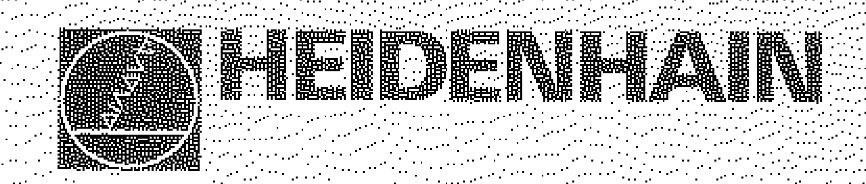
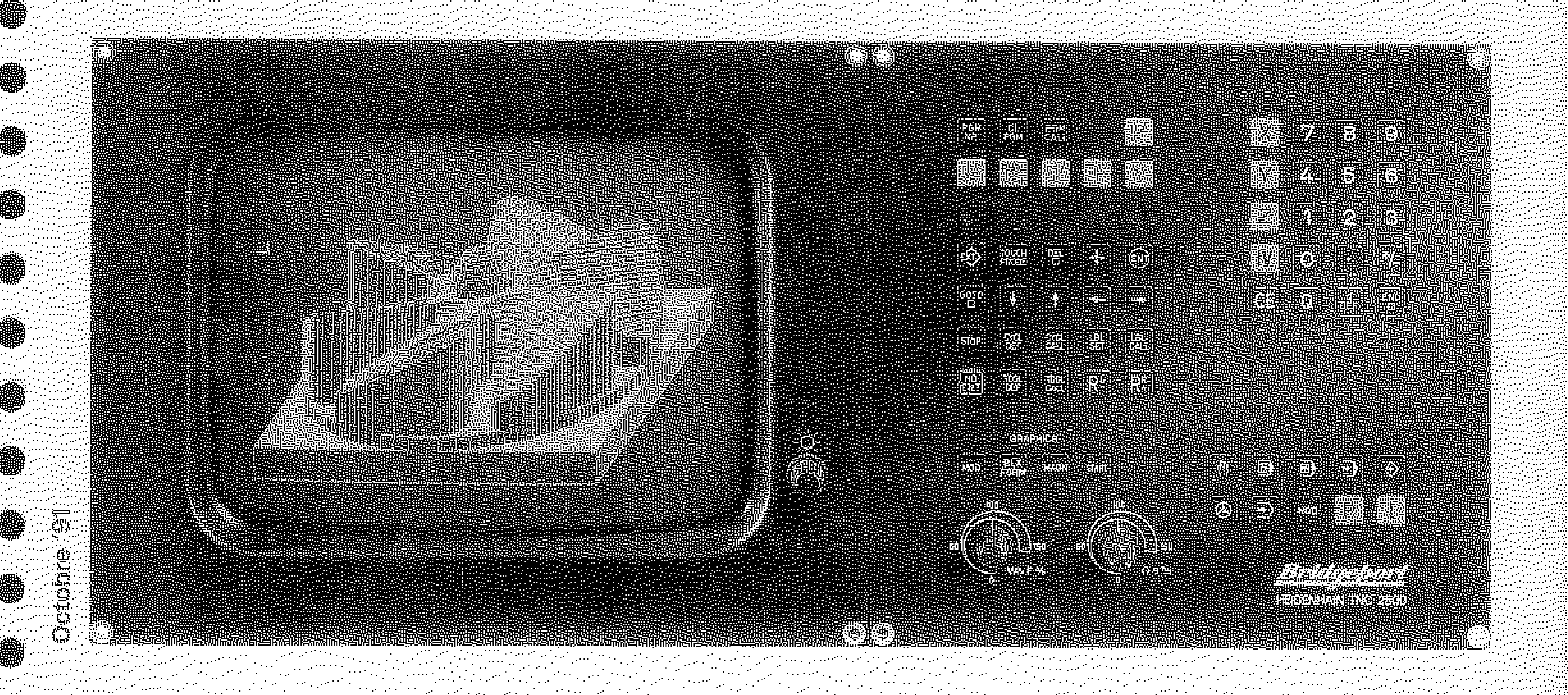


Manuel d'utilisation

Programmation par dialogue

TNC 2500 B
Commande de contournage



Octobre '91

Affichages à l'écran

```
EXECUTION PROG. EN CONTINU

17   BLK FORM 0.1   Z    X+2
          Y+2            Z-42
18   BLK FORM 0.2        X+140
          Y+110          Z+0
19   TOOL DEF 1          L+0
                         R+4
20   TOOL DEF 2          L+0
                         R+3
----------------------------------
EFF.   X +   25,300   Y +   35,800
       Z -   15,000   C +    0,000


T1     Z              F 0     M5/9
```

EXECUTION PROG. EN CONTINU	Mode de fonctionnement / messages d'erreur
17	séquence exécutée
18	séquence en cours
19	séquence suivante
20	séquence suivante
EFF. …	affichage d'état

en ce qui concerne l'affichage d'état:

NOM	type de l'affichage de position, commutable à partir de MOD (autres affichages: NOM, DIST, ERP – voir chapitre Informations complémentaires)
X ... Y ... Z ... etc.	affichages de position
*	affichage "La commande est lancée"
N	décalage du point zéro, est affiché comme index sur l'axe décalé.
S	image miroir, est affichée comme index sur l'axe réfléchi.
ROT	rotation du système des coordonnées
SCL	facteur échelle
CC	centre de cercle voire pôle
T ..	outil appelé
Z	axe de broche
S	vitesse de rotation de la broche
F	avance
M	état de la broche (M03, M04, M05, M13, M14)

Abrégé
Depuis la mise en service jusqu'à l'usinage programmé de pièce

Suite chrono-logique	Opération effectuée	Mode de fonctionne-ment	Renvoi	Page
1	Sélectionner les outils	–	Plan de la pièce	–
2	Définir le point zéro pièce	–	Coordonnées de la pièce	A15
3	Calculer la vitesse de rotation et d'avance	–	Diagrammes: vitesse de rotation broche et vitesse d'avance	A20
4	Mettre en service la machine	–	Manuel de la machine	–
5	Aborder le point de référence	–	Mise en service de la machine	M1
6	Fixer la pièce	–	Instruction de fixation	–
7a	Avec le système 3D: déterminer automatiquement la position de la pièce et initialiser les affichages	manuel	Machine, système 3D pour ajuster la pièce	M3
ou				
7b	Fixer la pièce en mode manuel Mettre en place l'outil zéro et avec cet outil dégauchir, initialiser les affichages	manuel	Machine, fonctionnement manuel Manuel d'utilisation: changement d'outil	M13
8	Introduire le programme	mémorisation de programme	Page dépliante de droite, schéma du programme et chapitre Programmation	P1
9	Contrôler le programme sans déplacement des axes	test de programme	Programmer, test de programme	P135
10	Simulation de programme sans déplacement des axes machine	déroulement de programme	Programmer, Simulation graphique	P136
11	Essai sans outil dans le cadre d'une séquence	exécution de programme pas à pas	Machine, déroulement de programme	M20
12	Optimiser le programme le cas échéant	mémorisation de programme	Programmer	P3
13	Mettre en place l'outil et usiner: exécution en continu du programme	exécution de programme en continu	Machine, exécution de programme	M20

Clavier TNC 2500 B

Modes de fonctionnement "Machine"

fonctionnement manuel

manivelle électronique

positionnement avec introduction manuelle

exécution pas à pas

exécution en continu

Modes de fonctionnement "Programmation"

mémorisation de programme

test de programme avec simulation graphique

Gestion de programme

PGM NR — désignation/sélection de programme

CL PGM — effacer les programmes

PGM CALL — appel de programme

EXT — entrée et sortie externe de programme

MOD — fonctions supplémentaires de fonctionnement

Graphismes

MOD — modes de fonctionnement graphiques

BLK FORM — définition de la pièce brute, pièce brute non usinée

MAGN — agrandissement de certaines parties de la pièce

START — start de la simulation graphique

Potentiomètres


S % potentiomètre de vitesse de rotation broche


F % potentiomètre d'avance

Programmer

Introduction du contour de la pièce


droite


contour circulaire avec centre de cercle

contour circulaire avec indication de rayon

contour circulaire avec raccordement par tangentement

arrondis d'angle/
aborder et quitter le contour en douceur

TOOL DEF / TOOL CALL — définition et appel d'outil

R L / R R — rayon d'outil

CYCL DEF / CYCL CALL — définition et appel de cycle


LBL SET / LBL CALL — désignation et appel de sous-programmes et répétitions


STOP — arrêt programmé/interruption programmée


TOUCH PROBE — système de palpage

Introduction et édition

 ... 
touches d'axe

 ... 9
touches numériques

 
point décimal, changement de signe algébrique


introduction des coordonnées polaires

introduction en valeurs incrémentales

Q / Q DEF — initialisation d'un paramètre donné au lieu d'un chiffre/définition de paramètre

prise en compte de position

 
touches fléchées (curseur), sélection directe de séquence et cycle

 
ne pas prendre en compte, prendre en compte et clôre l'introduction

CE — effacer les chiffres introduits


DEL — effacer la séquence

Sommaire

Nous travaillons constamment au développement de nos commandes de contournage TNC. Il se peut donc que votre commande de contournage diffère légèrement de la version décrite dans ce manuel.

Attestation du constructeur:
Cet appareil est antiparasité conformément aux dispositions du décret du bulletin 1046/1984.
La Deutsche Bundespost a été avisée de la mise en circulation de cet appareil et autorisée à vérifier la conformité de la série aux dispositions mentionnées ci-dessus.
Si l'utilisateur souhaite encastrer l'appareil dans un dispositif, il faut que l'ensemble de l'installation soit, lui aussi, conforme à ces mêmes dispositions.

Généralités (A)

Introduction

Spécificité

La TNC 2500B HEIDENHAIN est une commande de contournage conçue pour être programmée en atelier. Elle compte jusqu'à 4 axes. Elles sont de préférence utilisées sur perçeuses et fraiseuses.

Outre les cycles d'usinage, les conversions de coordonnées et les fonctions paramétriques, la commande numérique offre diverses fonctions permettant l'utilisation d'un système 3D.
Elles ont été conçues afin de répondre aux exigences de l'ouvrier travaillant sur machine: les questions/réponses du dialogue, la simulation graphique au cours de l'introduction de programme facilitent en effet considérablement la tâche de l'opérateur.

La TNC 2500B permet d'introduire un nouveau programme pendant l'usinage d'une pièce donnée ou d'éditer un programme situé dans la mémoire de la commande.

Il est possible de transmettre des programmes vers des appareils périphériques grâce à l'interface de données V.24/RS-232-C et de les lire dans la commande. L'utilisateur peut de même créer un programme externe et le mémoriser dans la CN.

Programmation par dialogue ou suivant DIN/ISO

Ce même clavier permet soit de programmer en répondant aux interrogations du dialogue, soit d'introduire les données suivant la norme DIN/ISO. Quelle que soit l'option choisie, ces deux types de programme peuvent être simultanément sauvegardés dans la mémoire de la commande.

Compatibilité

Les deux commandes peuvent traiter tous les programmes des autres commandes de contournage HEIDENHAIN (à partir de la TNC 150B).

Présentation du manuel

Ce manuel s'adresse à tous les ouvriers qualifiés travaillant sur machine et suppose de solides connaissances sur les opérations de perçage et de fraisage non assistées par CN.

Il est recommandé aux débutants de s'exercer à l'aide de ce manuel et des exemples de programmation. Les personnes ayant déjà travaillé sur TNC HEIDENHAIN peuvent passer outre les thèmes qui leur sont familiers.

Il est consacré à la **programmation par dialogue HEIDENHAIN;** la création de programme suivant la norme DIN/ISO fait l'objet d'un manuel d'utilisation à part.

Ce manuel a été conçu selon les modes de fonctionnement de la commande et selon la suite chronologique des opérations d'usinage.

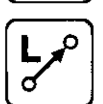
- **mode de fonctionnement Machine:**
  mettre en service – ajuster manuellement – initialiser les valeurs d'affichage – usiner la pièce.
- **mode de fonctionnement Programmer:**
  introduire le programme – tester.

Symbolique des touches

Leur signification:

touche vide ... touches pour l'introduction de valeurs numériques sur le clavier de la TNC.

touches avec symboles



... autres touches sur la clavier de la TNC

touche ronde



touches sur le panneau de commande de la machine

La symbolique des touches concernées est indiquée clairement sur les différentes pages de cette introduction.

Présentation des données de l'écran

Les dialogues et séquences de programmes sont indiqués par ce CARACTERE D'IMPRESSION particulier.

Introduction

Exemples de programmation

De nombreux exemples viennent à l'appui du contenu théorique de ce manuel.

Les exemples de programmation se basent sur une pièce brute de dimensions constantes; elle peut être représentée à l'écran en introduisant la définition suivante:

BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z–40
BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0

(voir chapitre P, ouverture de programme).

Les exemples peuvent être appliqués sur des machines-outils comprenant un axe d'outil Z et un plan d'usinage XY. Au cas où votre machine présenterait un autre axe comme axe d'outil, il faut que celui-ci soit programmé à la place de Z et donc modifier les données quant aux axes d'usinage.



En appliquant les exemples de programmation, tenez toujours compte des possibilités de collision.

Piles tampon de la commande

Les programmes ainsi que les paramètres machine sont mémorisés à l'abri des coupures de secteur grâce à des piles tampon.

Si vous recevez le message

Remplacer les piles tampon,

vous devez immédiatement exécuter l'opération recommandée.

Type de piles:
3 cellules Mignon, version leak proof
appellation IEC "LR6"

Changez les piles une fois par an!

Remplacer les piles

Consulter le manuel mis à votre disposition par le constructeur de la machine.
Ne pas laisser tomber l'ossature!

Messages d'erreur

La TNC contrôle les données introduites et les états de la commande et de la machine.

	Origine et comportement de la commande:	Comment y remédier:
Plage d'introduction dépassée	Dépassement de la plage de valeurs admissibles: par ex. avance trop élevée. La valeur n'est pas prise en compte et donne lieu à un message d'erreur.	Effacer la valeur en appuyant sur la touche "CE", introduire la valeur requise et confirmer.
Données non admises/ contradictoires	par ex. L X+50 X+100 Au cours du contrôle avec "TEST" ou de l'exécution du programme, la TNC s'arrête avant la séquence concernée en délivrant un message d'erreur et indique le numéro de séquence dans laquelle a été notée l'erreur.	Basculer en mode de fonctionnement "Programmation". L'erreur se situe généralement dans la séquence dont le numéro est affiché à l'écran ou dans une séquence préalablement exécutée. Puis remédier à l'erreur. Mode de fonctionnement "en continu" et relancer le déroulement de programme.
Défectuosité sur la machine ou la commande	Les défectuosités nuisant à la sécurité du fonctionnement de la machine ou de la commande génèrent des messages d'erreur qui clignotent. Noter le message d'erreur!	Eteindre la machine ou la commande. Remédier, si possible, à la défectuosité. Relancer la commande ou la machine. Si on peut reprendre le déroulement de programme, il ne s'agit que d'une défectuosité passagère. Si le même message d'erreur se réitère, il importe d'en informer le service après-vente du constructeur de la machine.

TNC 2500 B

Description en bref

Commande	Commande de contournage pour 4 axes
Déplacements possibles	droites sur 3 axes cercles sur 2 axes hélice
Fonctionnement en parallèle	Programmation et usinage simultané
Graphisme	**Graphisme de simulation** en mode de fonctionnement "Déroulement de programme"
Introduction de programme	En dialogue HEIDENHAIN ou suivant la norme DIN/ISO
Précision d'introduction	jusqu'à 0,001 mm voire 0,0001 pouce ou 0,001°
Mémoire de programme	32 programmes, piles tampon: 4000 séquences de programme
Outils	On peut définir jusqu'à 254 outils dans un programme donné. Jusqu'à 99 outils sont disponibles dans la mémoire centrale d'outils.

Fonctions programmables

Contour	droite, chanfrein cercle (introduction: centre de cercle et point final de l'arc ou rayon et point final de l'arc), cercle de raccordement par tangentement au contour (introduction: point final de l'arc de cercle) arrondis d'angle (introduction: rayon) approche et sortie d'un contour par tangentement
Sauts de programme	sous-programmes, répétitions de parties de programmes, appel de programmes tiers
Cycles d'usinage	cycles de perçage pour perçages profond, taraudages cycles de fraisage pour poches rectangulaires, circulaires et rainures cycles de contournage pour fraisage de poches et îlots à contours variés
Conversion du système de coordonnées	Décalage et rotation du système de coordonnées, image miroir, facteur échelle
Fonctions de palpage	Pour système de palpage 3D
Programmation paramétrée	Fonctions mathématiques ($= / + / - / x / \div$ / sin / cos / angle α calculé à partir de parties d'axe / $\sqrt{a} / \sqrt{a^2 + b^2}$); opérations relationnelles ($= / \neq / > / <$)
Déplacements	Max. ± 30000 mm voire 1181 pouces
Données de coupe	vitesse de déplacement: max. 30 m/min voire 11800 pouces/min vitesse de rotation: max. 99999 t/min.

Matériel

Composantes	unité logique, clavier avec touches alphabétiques et écran en couleur pourvu de softkeys
Temps d'exécution de séquence	1500 séquences/min (40 ms)
Temps d'asservissement	6 ms
Interfaces de données	V.24/RS-232-C vitesse de transmission des données: max. 19200 Baud
Température ambiante	Fonctionnement: 0° C à 45° C Stockage: −30° C à 70° C

Modes de fonctionnement Machine



Manuel



On déplace les axes en actionnant les touches externes de sens d'axe.
Les affichages de position peuvent être initialisés suivant les valeurs souhaitées.

```
MODE MANUEL
DEFINIR PT.D'ORIG.   Z=-5

EFF.     X  +     25,300
         Y  +     35,800
         Z  -     15,000
         C  +      0,000

T1    Z              F 0      M5/9
```

Manivelle



On peut également déplacer les axes avec une manivelle électronique. Pour ce faire, il faut d'abord introduire un pas de mesure.

```
MANIVELLE ?
FACTEUR DE SUBDIV.:      2  0

EFF.     X  +     25,300
         Y  +     35,800
         Z  -     15,000
         C  +      0,000

T1    Z              F 0      M5/9
```

Positionnement avec introduction manuelle



On déplace les axes à une position donnée en tenant compte de la valeur de correction de rayon sélectionnée, de l'avance et de la fonction auxiliaire. La séquence de positionnement introduite n'est pas mémorisée.

```
POSITIONNEMENT AVEC INTROD. MAN.
FONCTION AUXILIAIRE M ?
      X+10
                      R0 F MAX  M3
EFF.     X  +     25,300
         Y  +     35,800
         Z  -     15,000
         C  +      0,000

T1    Z              F        M5/9
```

Déroulement de programme

Un programme d'usinage introduit est exécuté par la machine.

Exécution en continu



Après avoir lancé le programme à partir de la touche externe START, celui-ci est automatiquement exécuté du début à la fin, à moins que l'utilisateur décide d'appuyer sur la touche STOP.

Exécution pas à pas



Toutes les séquences doivent être respectivement lancées à partir de la touche externe START.

```
EXECUTION PROG. EN CONTINU

0   BEGIN PGM HOUSING   MM
1   BLK FORM 0.1  Z   X-52
        Y-52          Z-31
2   BLK FORM 0.2      X+52
        Y+52          Z+0
----------------------------------
EFF.  X +   25,300   Y +    35,800
      Z -   15,000   C +     0,000

T                 F 0       M5/9
```

Modes de fonctionnement Programmation



Mémorisation



Dans le mode de fonctionnement "Mémorisation", on peut introduire, contrôler et modifier les programmes d'usinage.

Par ailleurs, les programmes peuvent être lus et émis à partir de l'interface V.24/RS-232.

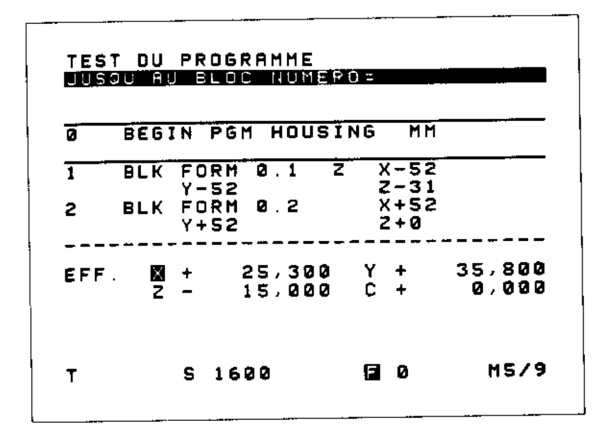
```
MEMORISATION PROGRAMME
CORRECT. RAYON RL/RR/SANS CORR. ?
29   CYCL CALL
                                    M
30   L   X+0              Y+29,5
                          R  FQ1     M99
31       Z+7
                          R0 FQ1     M
32   TOOL CALL 2                Z
             S 500
-------------------------------------
EFF.  X +    25,300   Y +     35,800
      Z -    15,000   C +      0,000


T                         0      MS/9
```

Test



Dans le mode de fonctionnement "Test", on contrôle les programmes d'usinage pour détecter d'éventuelles erreurs de logique (dépassement de la course de déplacement de la machine, programmation en double d'un même axe etc ...).



Représentation graphique

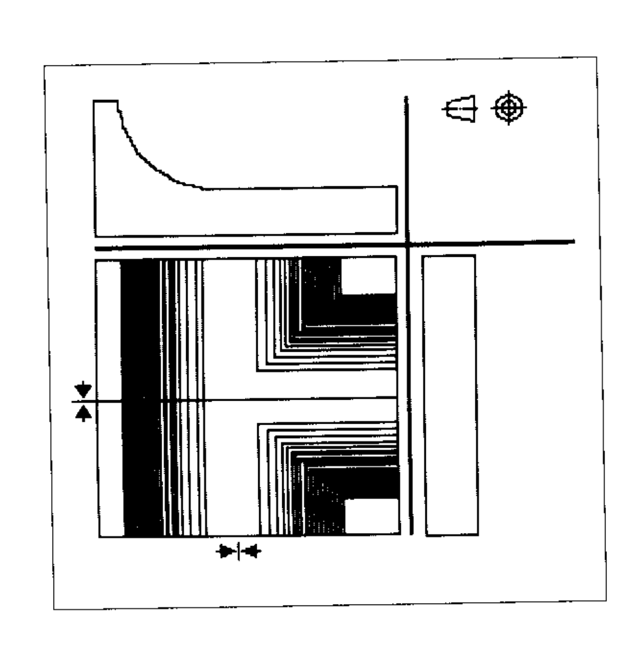
 






Dans les modes de fonctionnement "Exécution de programme en continu" et "Exécution de programme pas à pas", il est possible d'avoir recours à une simulation graphique des programmes d'usinage (touches "GRAPHICS").

Types de représentation:
- vue de dessus
- représentation en trois plans
- représentation 3D



Transmission externe des données

Dans le mode "Mémorisation", des programmes d'usinage peuvent être lus et restitués via l'interface de données V.24/RS-232-C.

Dans les modes de fonctionnement Exécution de programme, des programmes d'usinage peuvent être transmis "bloc-à-bloc" à partir d'un calculateur ou d'une mémoire externe. Il est ainsi possible d'exécuter des programmes qui dépassent la capacité-mémoire de la commande numérique.

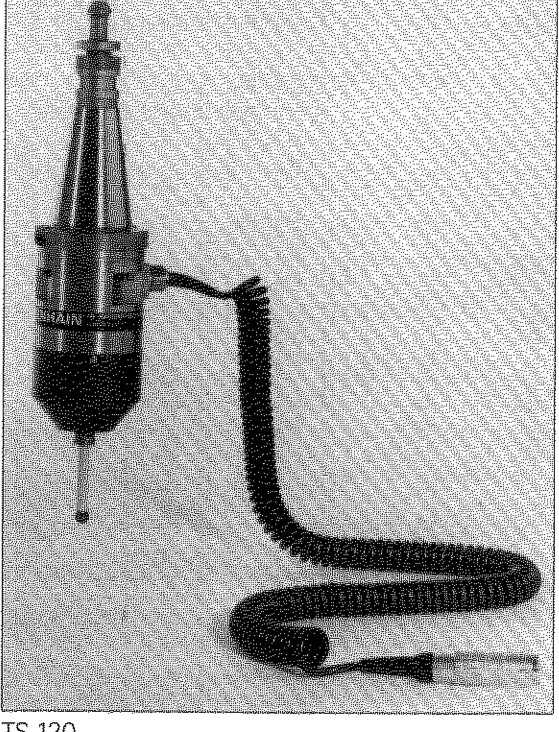


Accessoires
Système de palpage 3D






La TNC peut calculer des positions conjointement au système de palpage 3D HEIDENHAIN.
Le système de palpage est conçu pour être utilisé en mode "Manuel" ou "Exécution de programme".



TS 120

Utilisation manuelle

Dans les modes "Fonctionnement manuel" et "Manivelle", il est possible d'effectuer les mesures suivantes:

- Position
- Angle
- Coin
- Rayon de cercle et centre de cercle.

Les fonctions de palpage permettent une correction simple au cas où la pièce est fixée légèrement de travers et d'initialiser automatiquement les affichages de position.
Il est ainsi possible d'ajuster la pièce plus rapidement et plus précisément.

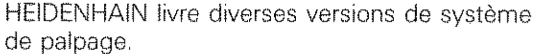
Les fonctions de palpage permettent également de mesurer les pièces.



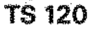
Exécution de programme



Dans le mode de fonctionnement "Mémorisation", on peut programmer tout calcul de position comme cycle et appliquer des procédés de mesure conjointement aux paramètres Q avant, pendant et après l'usinage de pièce (voir chapitre P Fonction de palpage programmable et programmation de paramètres).



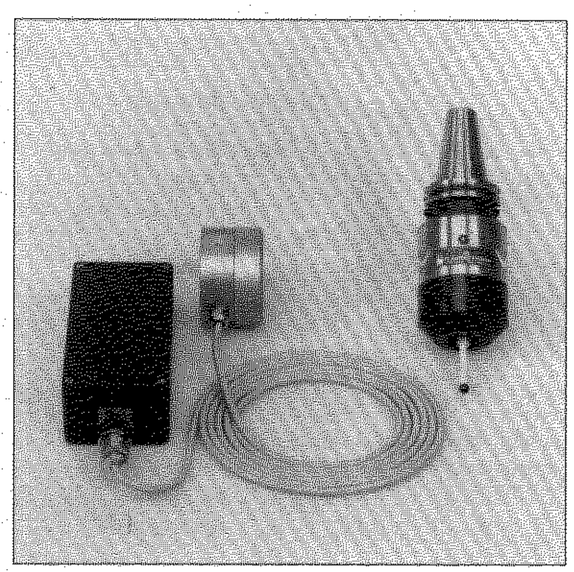
HEIDENHAIN livre diverses versions de système de palpage.
Chaque version présente un cône de serrage de telle sorte que la tête de palpage peut être fixée dans la broche tout comme un outil. La tige est interchangeable.



TS 120 — **Système de palpage 120**
avec câble de raccordement et électronique d'adaptation intégrée.

TS 511 — **Système de palpage 511**
avec transmission infra-rouge, électronique d'adaptation séparée et unité d'émission et de réception.

Ce palpeur a d'un côté une fenêtre d'émission et une fenêtre de réception (pour le signal de commutation) et une autre fenêtre d'émission décalée de 180°. Lorsqu'il y a calcul de position, le côté présentant la fenêtre d'émission et de réception doit être orienté vers l'unité d'émission et de réception.



TS 511



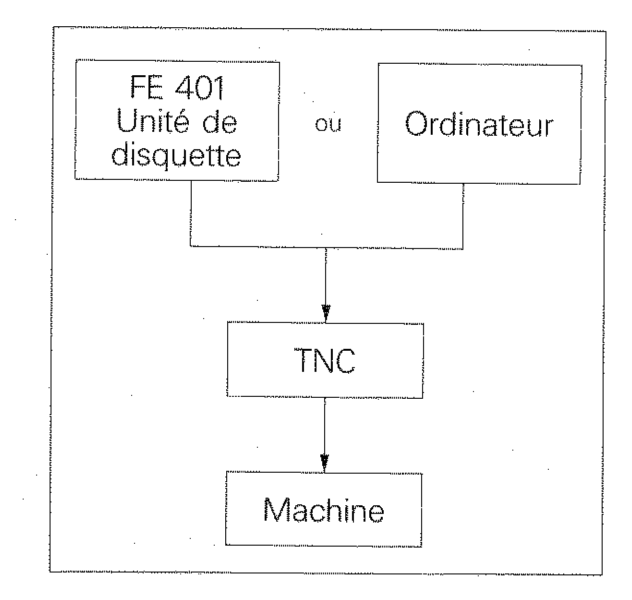
La machine doit être préparée par le constructeur de la machine pour recevoir un système de palpage 3D.



Accessoires
Unité à disquettes FE 401
Manivelles électroniques HR 130/HR 330

Unité à disquettes FE 401

Des programmes d'usinage qui ne peuvent être disponibles en permanence dans la TNC peuvent être mémorisés de manière externe à l'aide de l'unité à disquettes FE 401.



Le support des données est une disquette 3 1/2 pouces du commerce pouvant contenir jusqu'à 256 programmes différents avec au total environ 25 000 séquences.

La transmission du programme peut s'effectuer de la TNC vers la disquette ou inversement.

Des programmes provenant de postes de programmation externes peuvent également être mémorisés sur disquette avec la FE 401 et, selon le besoin, être lus par la TNC.

Pour de très longs programmes dépassant la capacité-mémoire de la TNC, il est possible avec la FE 401 d'effectuer une transmission "bloc-à-bloc" simultanément à l'exécution du programme d'usinage sur la machine.

Pour sauvegarder les données des programmes mémorisés sur disquette, un deuxième lecteur permet de réaliser des copies.

Caractéristiques techniques

	Unité à disquettes **FE 401** avec deux lecteurs
support des données	disquette 3 1/2, double face, 135 tpi
capacité-mémoire	env. 790 kByte (env. 25.000 séquences); max. 256 programmes différents
interface	deux interfaces V.24/RS-232-C
vitesse de transmission	interface "TNC": 2400/9600/19 200/38 400 baud interface "PRT": 110/150/300/600/1200/2400/4800/9600/19 200/38 400 baud

Manivelle

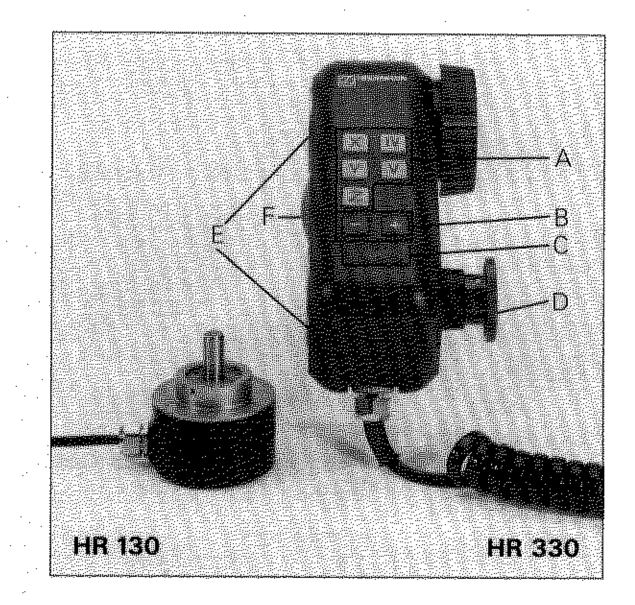
La commande numérique peut être équipée d'une manivelle électronique qui permet, par exemple, le dégauchissage de la machine.
Il existe deux versions de manivelles électroniques:

HR 130

Version encastrable dans le panneau de commande de la machine. La manivelle est commutée au moyen des touches d'axes sur l'axe correspondant de la machine.

HR 330

Version portable avec touches de sélection d'axes, touches de sens, touche d'avance rapide et touche d'ARRET D'URGENCE.



Fonctions MOD



Outres les modes de fonctionnement principaux, il existe des modes de fonctionnement auxiliaires, en d'autres termes les fonctions MOD (du mot anglais Mode = mode en français). Elles permettent des affichages et des réglages supplémentaires.

Sélection

Ouverture de dialogue 

SEQUENCES LIBRES 160044	 sélectionner les fonctions MOD, soit à partir des touches fléchées, soit à partir de la touche MOD (on ne peut feuilleter les écrans en arrière).

Sortie

LIMITATION X+ = + 350,000	 sortir du mode de fonctionnement auxiliaire.

Il faut prendre en compte les valeurs numériques avant de quitter les fonctions MOD en appuyant sur la touche "ENT".

Séquences libres La fonction MOD "SEQUENCES LIBRES" permet l'affichage du nombre de caractères disponibles dans la mémoire du programme.

Mémorisation de programme Cette fonction MOD permet de faire passer la commande de la programmation par dialogue **HEIDENHAIN** à la programmation **DIN/ISO** et inversement. On appuie dans ce cas sur la touche "ENT".

Vitesse en Baud La "VITESSE EN BAUD" définit la vitesse de transmission vers les interfaces de données.

Interface V.24 A partir de "Interface V.24", les interfaces de données peuvent être commutées sur les modes de fonctionnement suivants:

- fonctionnement ME
- fonctionnement FE
- fonctionnement EXT: fonctionnement avec d'autres appareils externes.

La commutation se fait au moyen de la touche "ENT".

Numéro du logiciel CN Cette fonction MOD permet d'afficher le numéro de logiciel de la commande TNC.

Numéro du logiciel AP Cette fonction MOD permet d'afficher le numéro de logiciel de l'automate programmable intégré.

Paramètres utilisateur Cette fonction permet de faire accéder l'utilisateur jusqu'à 16 paramètres machine. Ces paramètres utilisateur sont définis par le constructeur de la machine qui se chargera de vous fournir de plus amples informations à ce sujet.

Code Cette fonction permet d'introduire un code donnée.

- **86357:** Annulation de la protection contre l'"effacement et l'édition".
- **123:** Sélection de paramètres utilisateur.
  Ces paramètres utilisateur sont accessibles sur toutes les commandes numériques (voir paramètres utilisateur).

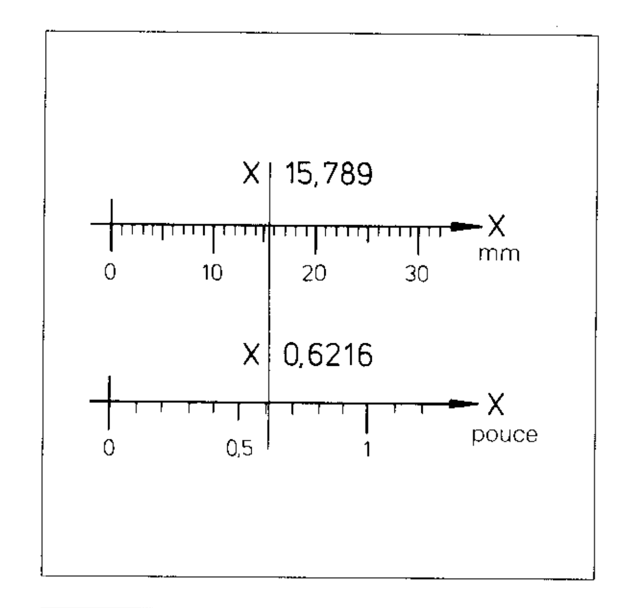
Fonctions MOD
Affichage de position



Commutation mm/inch

La fonction MOD "Commutation mm/inch" définit si la commande affiche les positions dans le système métrique (mm) dans le système (pouce). Le passage d'un mode d'affichage à l'autre se fait par l'intermédiaire de la touche ENT. Il suffit d'actionner la touche en question pour travailler le système de mesure choisi.

On sait si la commande affiche les positions en mm ou en pouce d'après le nombre de chiffres après la virgule ou le point décimal:
X15,789 affichage en mm
X 0,6216 affichage en pouce



Affichage de position

On peut sélectionner les affichages de position suivants:

① Position effective donnée par la commande NOM

② Différence position nominale/effective (distance de poursuite) ER.P

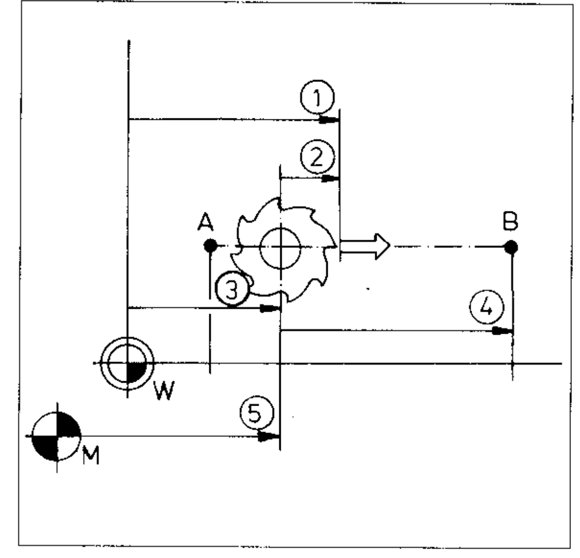
③ Position nominale EFF

④ Chemin restant par rapport à la position programmée DIST.

⑤ Position calculée par rapport au point zéro règle REF

A = position dernièrement programmée (situation de départ)
B = nouvelle position programmée à laquelle on amène l'outil
W = point zéro défini manuellement (cotation pièce)
M = point zéro défini sur la machine

La commutation se fait à partir de la touche "EXT".



Affichage de position en petit ou grand format

On peut sélectionner une hauteur de chiffres donnée pour l'affichage à l'écran dans les modes de fonctionnement "Déroulement de programme pas à pas" voire "Déroulement de programme en continu". Lorsque les chiffres sont affichés en petit format, 11 séquences sont représentées à l'écran, tandis qu'en cas de grand format, seules deux séquences peuvent être visualisées.

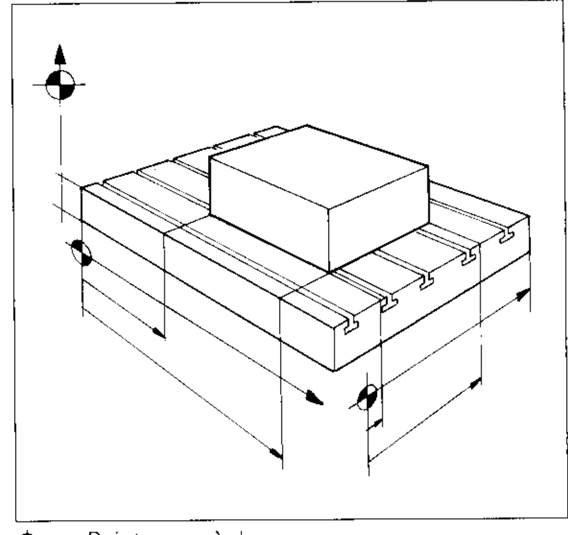
La commutation se fait à partir de la touche "ENT".

Fonctions MOD
Limitation des courses de déplacement



Limitation

Les courses de déplacement maximales sont déterminées par des commutateurs de fin de course.
La fonction MOD "Limitation" permet, grâce à des commutateurs de fin de course supplémentaires, de définir une plage de sécurité sur les courses elles-mêmes délimitées par les commutateurs de fin de course.
On peut ainsi, lors de la fixation d'un appareil diviseur par exemple, parer à tout risque de collision.
La limitation de la course est déterminée par rapport au point zéro règle pour chaque axe dans les deux sens. C'est la raison pour laquelle lors du calcul des positions limites, il faut commuter l'affichage sur REF.
Si l'on travaille sans limite de sécurité, on doit introduire pour chaque axe concerné les valeurs maximales +30000,000 voire −30000,000!



⌖ = Point zero règle

Action

Les limites introduites ne tiennent compte d'aucune valeur de correction d'outil.
Tout comme les commutateurs de fin de course, elles ne sont actives qu'après que les marques de référence aient été franchies.
Après coupure d'alimentation, les valeurs dernièrement introduites sont de nouveau attribuées aux positions limites.

Calcul de valeurs

Pour définir les valeurs à introduire, commuter l'affichage de position sur REF.	  Aborder les valeurs limites des axes. Noter les valeurs affichées REF correspondantes (avec leur signe).

Introduction de valeurs

Sélection —   Appuyer jusqu'à ce qu'apparaisse LIMITATION.

Introduction des valeurs limites	 Introduire une valeur donnée ou
	 sélectionner la prochaine valeur limite
	. . .
	 Clôturer l'introduction.

Paramètres utilisateur
Généralités



Paramètres machine

Les paramètres machine permettent d'adapter la TNC aux différentes machines outils. Ces paramètres constituent des données de réglage qui influent sur le comportement et les possibilités de la machine.

Les paramètres utilisateur ne doivent en aucun cas être modifiés par l'opérateur.

Paramètres accessibles à l'utilisateur

Les paramètres machine permettent également de modifier certains modes de travail de la commande qui ne concernent que l'utilisation, la programmation et l'affichage.

Exemple

- effet du facteur échelle uniquement sur X et Y ou effet du facteur échelle sur X, Y, Z.
- adaptation des interfaces de données aux différents appareils externes
- affichages possibles à l'écran.

Recours possibles

Ces paramètres machine sont accessibles à l'utilisateur de deux manières différentes:

- introduction du **code 123.**
  Recours possible sur n'importe quelle commande (voir code 123).
- paramètres supplémentaires accessibles par la fonction MOD **Paramètres utilisateur.**
  Ce recours à la fonction MOD n'est envisageable que si les paramètres machine on été définis en conséquence par le constructeur.

L'ordre chronologique, la signification, les textes des éventuels paramètres utilisateur vous seront communiqués par le constructeur de la machine.

Sélection — MOD ↑ ENT sélection des paramètres utilisateur.

	↓ appuyer le cas échéant jusqu'à ce que le paramètre utilisateur souhaité ou le dialogue apparaisse.

	☐ introduire la valeur numérique

	END END clôturer ou sélectionner le cas échéant le paramètre utilisateur avec la touche ↓ et clôturer ensuite.

Paramètres utilisateur



Après avoir introduit le code **123** à partir de MOD, on peut sélectionner et modifier les paramètres machine suivants pour les interfaces de données (voir "Transmission externe de données").

Mesure avec un système 3D

Fonction	N° de paramètre	Introduction	Valeur à introduire
Sélection du système de palpage	6010	0 → transmission par câble 1 → transmission infra-rouge	
Système de palpage: avance pour palper	6120	80 à 3000 [mm/min]	
Système de palpage: course de mesure	6130	0 à 30000,000 [mm]	
Système de palpage: distance d'approche pour calculer les positions automatiquement	6140	0 à 30000,000 [mm]	
Système de palpage: avance rapide pour palper	6150	80 à 29998 [mm/min]	

Affichage et programmation

Fonction	N° de paramètre	Introduction	Valeur à introduire
Poste de programmation	7210	0 → commande 1 → poste de programmation: AP actif 2 → poste de programmation: AP inactif	
Numéros de sequences pas-à-pas	7220	0 à 255	
Passage d'un dialogue à un autre allemand/anglais	7230	0 → première langue de dialogue 1 → seconde langue de dialogue (angl.)	
Bloquer l'introduction de PGM pour N° PGM = N° cycle constructeur	7240	0 → bloqué 1 → débloqué	
Mémoire d'outils centrale	7260	0 → pas de mémoire d'outils centrale 1 à 99 = mémoire d'outils centrale Valeur à introduire = nombre d'outils	
Affichage de l'avance actuelle avant le start en **modes de fonctionnement manuels** pour tous les axes même avance, soit avance programmée minimale	7270	0 → pas d'affichage 1 → affichage	
Caractère décimal	7280	0 → virgule décimale 1 → point décimal	
Résolution d'affichage	7290	0 → 1 µm 1 → 5 µm	
Effacement de l'affichage d'état et Paramètres Q avec M02, M30 et fin de programme	7300	0 → affichage d'état n'est pas effacé 1 → affichage d'état est effacé	
Graphisme (type de représentation)	7310 Bit		
Représentation en 3 plans	0	+ 0 → norme allemande + 1 → norme américaine	
Rotation du système de coordonnées dans le plan d'usinage de 90°	1	+ 0 → pas de rotation + 2 → système de coordonnées tourné à + 90°	



Usinage et déroulement de programme

Fonction	N° de paramètre	Introduction	Valeur à introduire
Le cycle "Facteur échelle" joue sur 2 ou 3 axes	7410	0 → 3 axes 1 → dans le plan d'usinage	
Cycles pour fraiser des poches à contours variés	7420		
Cycle "Evidement": sens de fraisage pour préfraiser le contour	Bit 0	+ 0 → Préfraisage du contours de poche dans le sens antihoraire et d'îlot dans le sens horaire + 1 → Préfraisage de contours de poche dans le sens horaire et d'îlot dans le sens antihoraire	
Cycle "Evidement": Ordre chronologique pour évidement et préfraisage	1	+ 0 → Fraiser d'abord un canal le long du contour, puis évider la poche + 2 → Evider d'abord la poche, puis fraiser un canal le long du contour	
Combinaison de contours corrigés et contours non corrigés	2	+ 0 → Combinaison de contours corrigés + 4 → Combinaison de contours non corrigés	
"Evidement" et "préfraisage" jusqu'au fond de la poche, voire pour chaque passe	3	+ 0 → "L'évidement" ou le "préfraisage" ont lieu en corrélation pour toutes les passes + 8 → Pour chaque passe, le "préfraisage" a lieu, puis l'"évidement" (dépendant du bit 1) avant chaque passe suivante	
Facteur de recouvrement pour le fraisage de poches	7430	0,1 à 1,414	
Transmission de fonctions M	7440		
Arrêt de programmation pour M06	Bit 0	+ 0 → arrêt programmé pour M06 + 1 → pas d'arrêt programmé pour M06	
Transmission de M89, appel de cycle modal	1	+ 0 → pas d'appel de cycle transmission normale de M89 en début de séquence + 2 → appel de cycle modal en fin de séquence	
Vitesse de contournage constante dans les coins	7460	0 à 179,999	
Mode d'affichage pour axe rotatif	7470	0 → 0 à 359,999 1 → ± 30000,000	



Matériel

Fonction	N° de paramètre	Introduction	Valeur à introduire
Potentiomètre d'avance et de broche	7620 Bit		
Potentiomètre d'avance, au cas où la touche d'avance rapide est actionnée dans le mode de fonctionnement "Déroulement de programme"	0	+ 0 → potentiomètre non activé + 1 → potentiomètre activé	
Potentiomètre d'avance à pas de 2% ou à pas de 1%	1	+ 0 → pas de 2% + 2 → pas de 1%	
Potentiomètre d'avance, au cas où la touche d'avance rapide et les touches de sens externes sont actionnées	2	+ 0 → potentiomètre non actif + 4 → potentiomètre actif	
Manivelle	7640	0 = machine avec manivelle électronique 1 = machine sans manivelle électronique	

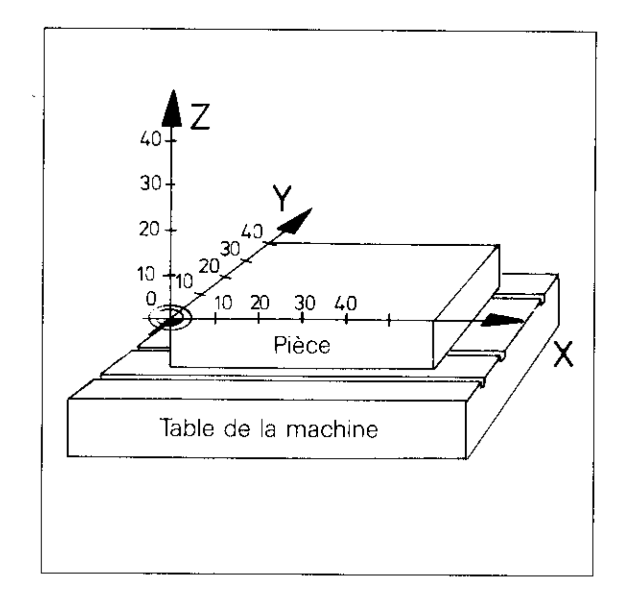
Coordonnées pièce
Système de coordonnées

Dans le programme d'usinage, les **positions nominales** de l'outil (par exemple tranchant d'outil) sont définies par rapport à la pièce. Par ailleurs, des systèmes de mesure de déplacement situés sur les axes de la machine délivrent en permanence les signaux concernant la **position effective** dont a besoin la commande numérique.

Fondamentalement, il faut disposer d'un système de référence pour les opération de positionnement qui doit être **défini par rapport à la pièce.**

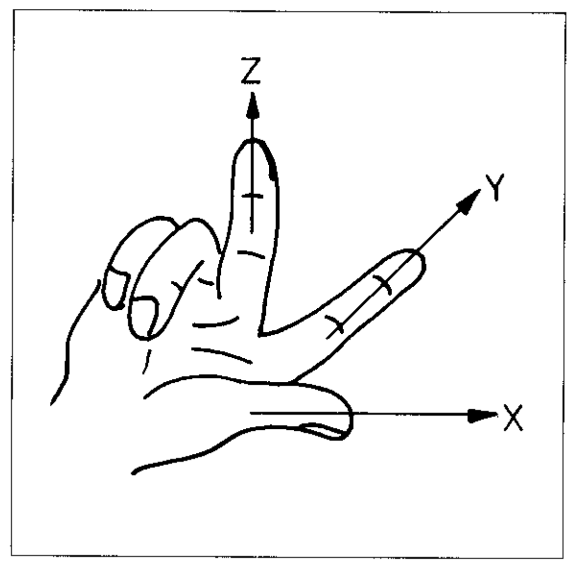
Système de coordonnées orthogonales ou cartésiennes*)

A partir du point zéro pièce, on définit un système de coordonnées cartésien composé de trois axes perpendiculaires les uns par rapport aux autres et dont le point d'intersection constitue l'origine ou le point zéro du système de coordonnées. Les axes sont désignés par les lettres X, Y et Z.
On suppose que chaque axe fait figure d'échelle dont le point zéro correspond au point zéro du système de coordonnées. La flèche indique le sens de comptage positif de l'axe.



Règle de la main droite

Pour diverses machines outils, l'attribution des trois axes du système de coordonnées aux axes de la machine est définie par la norme DIN 66217 voire ISO 841. On peut facilement retenir le sens des déplacements à l'aide de la "règle de la main droite". Au pouce, à l'index et au majeur correspond respectivement le sens positif de déplacement des axes X, Y et Z.



* d'après le mathématicien Français René Descartes, en latin Renatus Cartesius (1596 – 1650)

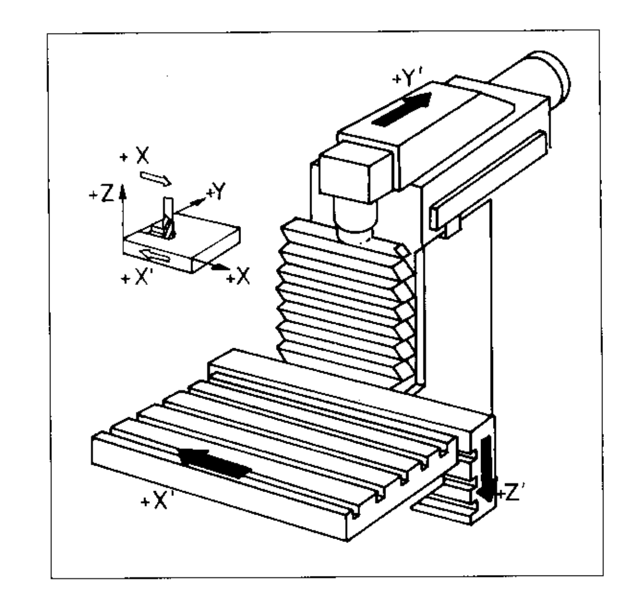
Coordonnées pièce
Point d'origine

Déplacement relatif de l'outil

Des programmes d'usinage sont écrits en coordonnées X, Y, Z définies par rapport à la pièce. Cela signifie qu'ils sont écrits comme si l'outil se déplaçait et que la pièce restait immobile.

Mais si le support de la pièce est déplacé sur un quelconque axe, le sens de l'axe des coordonnées et le sens de déplacement sont opposés.

Dans ce cas, les axes de la machine reçoivent les désignations X', Y' et Z'.



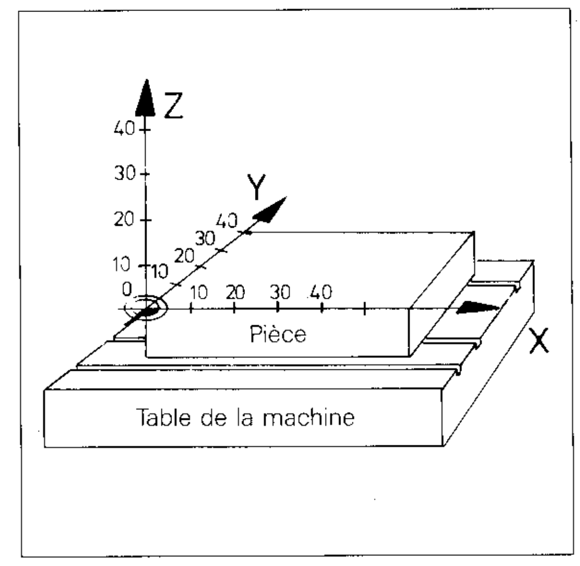
Point zéro du système de coordonnées

Pour attribuer le **point zéro du système de coordonnées,** on choisit en général la position de la pièce qui correspond au point zéro du plan de la pièce, c'est-à-dire ce point à partir duquel la pièce est mesurée.

Par sécurité, le point zéro pièce est presque toujours mis dans l'axe Z à la "position la plus haute" de la pièce.

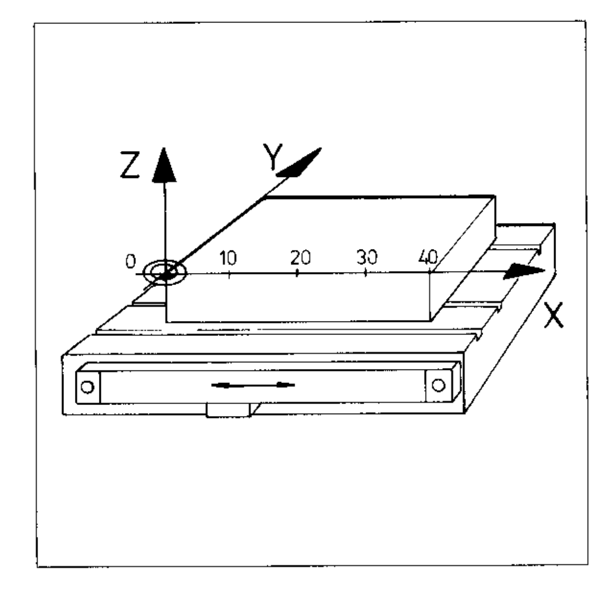
La position du point zéro indiquée dans l'exemple ci-contre est valable pour tous les exemples de programmation contenus dans ce manuel.

Les usinages dans le plan nécessitent donc principalement une liberté de déplacement dans le sens positif de X et de Y. Les passes réalisées à partir de l'arête supérieure Z = 0 correspondent à des valeurs négatives de position.



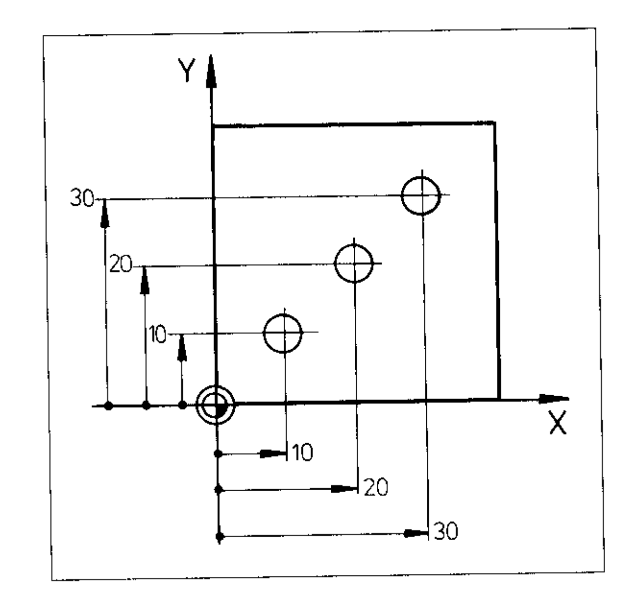
Initialisation du point d'origine

Le **système de coordonnées** rectangulaire fixe par rapport à la pièce est clairement défini lorsque les coordonnées de n'importe quel **point d'origine P** sont connues. Ainsi, si l'on passe sur la position concernée, la commande numérique "initialise" les coordonnées correspondantes (initialisation du point d'origine).



Coordonnées pièce
Coordonnées absolues et incrémentales

Si un point fixe d'une pièce est donné par rapport au **point zéro,** on parle alors de **coordonnées absolues** ou de cotation absolue. Mais il est également possible d'indiquer une position par rapport à un **autre point connu de la pièce:** on parle alors de **coordonnées incrémentales** ou encore de cotation incrémentale.



Cotation absolue

La machine doit être déplacée à une cote donnée ou à des coordonnées nominales données.

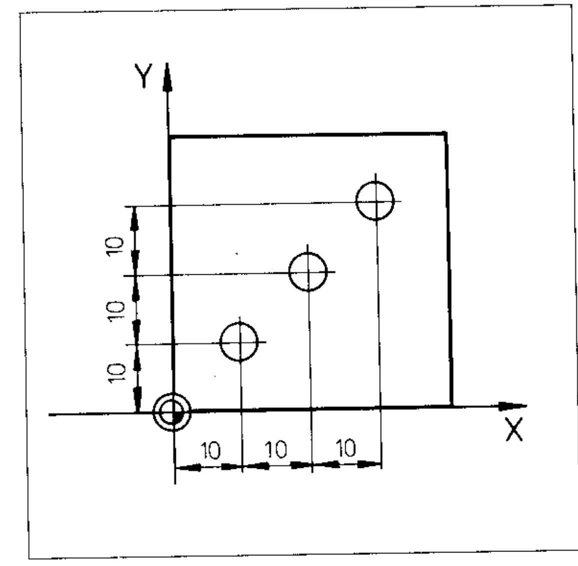
Exemple: L X+30 Y+30

Les cotes indiquées dans ce manuel correspondent à des **valeurs absolues** cartésiennes, sauf avis contraire.

Cotation incrémentale

Toute cote incrémentale du programme d'usinage est calculée en fonction de la position nominale précédente. Les cotes incrémentales sont caractérisées par la lettre "I".
La machine doit effectuer un déplacement à partir de la position préalablement atteinte.

Exemple: L IX+10 IY+10



Cotation incrémentale et absolue dans une même séquence:

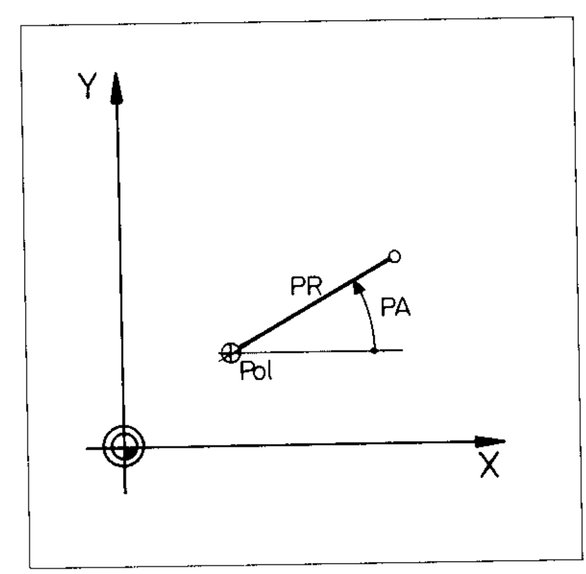
Dans une séquence donnée, la position à atteindre peut être cotée en valeur absolue ou incrémentale.

Exemple: L IX+10 Y+30

Coordonnées polaires

Le système de coordonnées polaires permet de définir des points dans le plan par rapport au pôle (= point zéro du système de coordonnées) et suivant une direction donnée (= axe de référence pour cotation angulaire) (voir chapitre P, Coordonnées polaires).

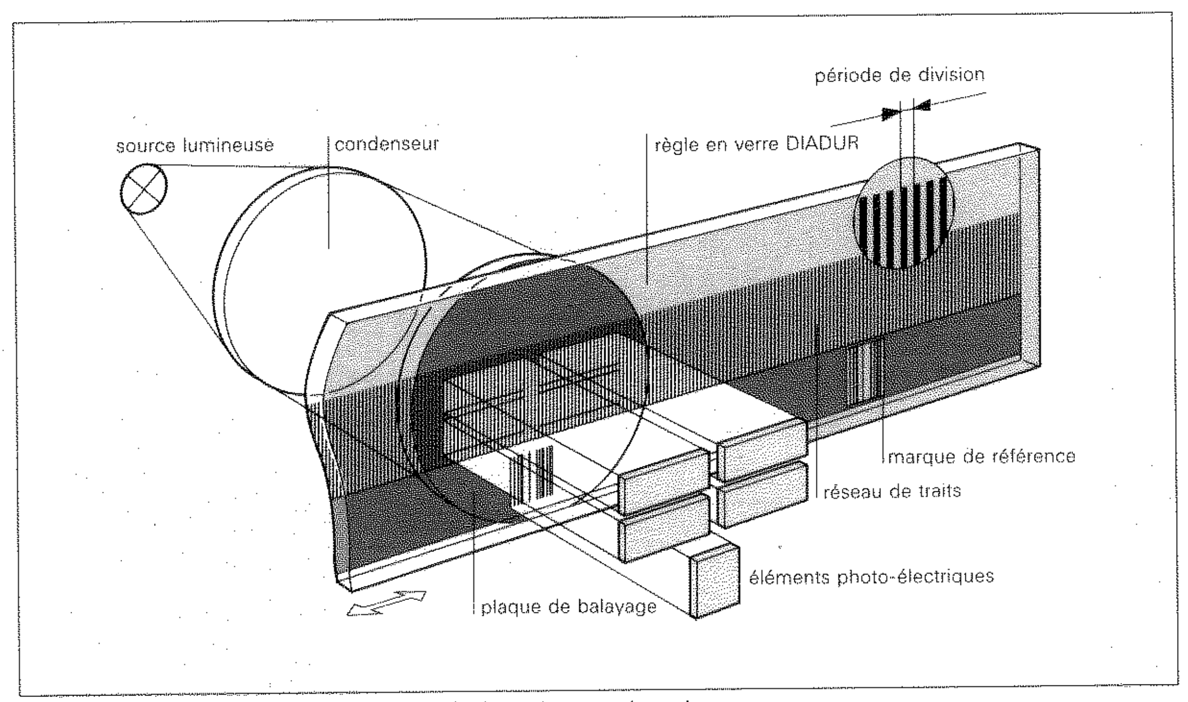
CC = Pôle
PR = Rayon polaire (distance du pôle)
PA = Angle polaire (angle de direction, partant du pôle)



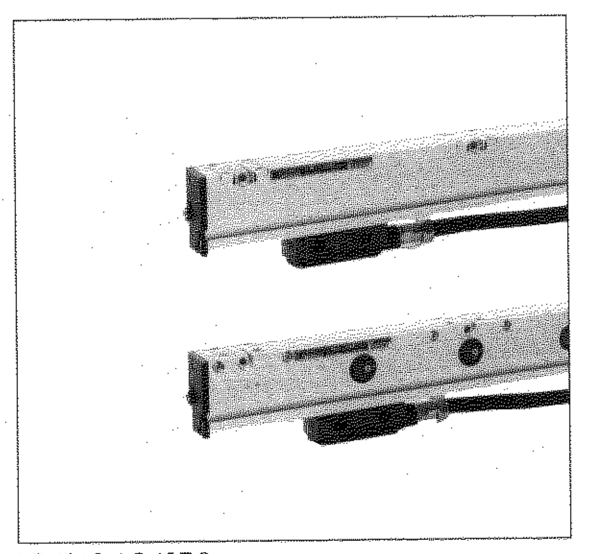
Systèmes de mesure linéaire et angulaire

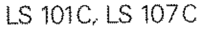
Systèmes de mesure linéaire et angulaire sur machines-outils

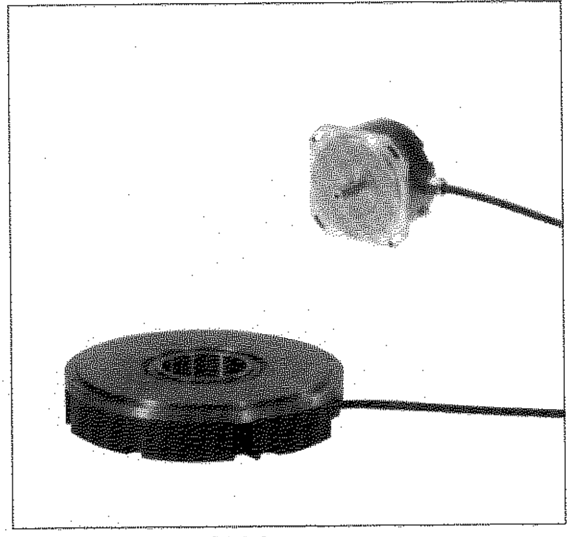
Chaque axe de la machine est équipé d'un système de mesure délivrant pour la commande numérique des signaux concernant la position effective: Les axes linéaires ont un système de mesure linéaire et les axes rotatifs, un système de mesure angulaire.



Principe du balayage photo-électrique de fins réseaux de traits.




LS 101C, LS 107C



RON 706C, ROD 250C

Pour les **axes linéaires,** la mesure de position est en général fonction

- soit d'une **règle en verre ou en acier** balayée photoélectriquement
- soit de la **broche de précision** servant d'élément réglable (les signaux électriques sont alors générés par un capteur rotatif accouplé à la broche).

Pour les **axes rotatifs,** un réseau de divisions angulaires relié à l'axe est balayé en permanence. La valeur de positionnement résulte du comptage d'impulsions dans la TNC.

Systèmes de mesure linéaire et angulaire

Les systèmes de mesure linéaire et angulaire sont **solidaires de la machine:**

Points d'origine

Le point zéro pour la définition des positions nominale et effective doit correspondre au point zéro pièce ou être aligné avec celui-ci. Dans n'importe quelle position d'axe, la valeur de position correcte (= définie par le point zéro pièce) est **initialisée.**

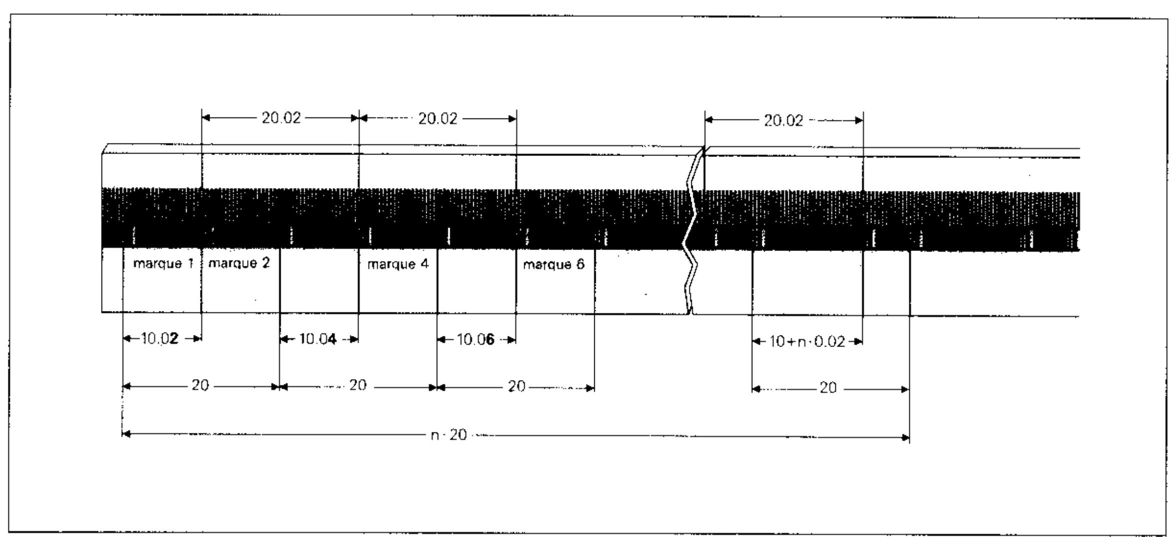
Points de référence

Après mise hors tension de la commande ou après une coupure de courant, une nouvelle initialisation de l'origine est nécessaire. Afin de faciliter cette opération, les systèmes de mesure de positions possèdent des **points de référence** qui représentent pour ainsi dire des points d'origine.

La relation entre les positions d'axe et leurs valeurs respectives qui a été établie par initialisation du point zéro pièce (= initialisation de l'origine) de même que les références machine (telles que commutateur de fin de course pour logiciel ou positions du changeur d'outils) sont rétablies **automatiquement** lors de la remise sous tension en repassant simplement sur le point de référence.

Pour les systèmes de mesure linéaire avec marques de référence à distances codées, les axes de la machine doivent juste parcourir 20 mm max. Pour les systèmes de mesure angulaire avec marques de référence à distances codées, un déplacement max. de 20° est suffisant.

Pour les systèmes de mesure linéaire avec une seule marque de référence, la position du point de référence est signalée par une petite étiquette "RM" et pour les systèmes de mesure angulaire, par une rainure sur l'arbre.

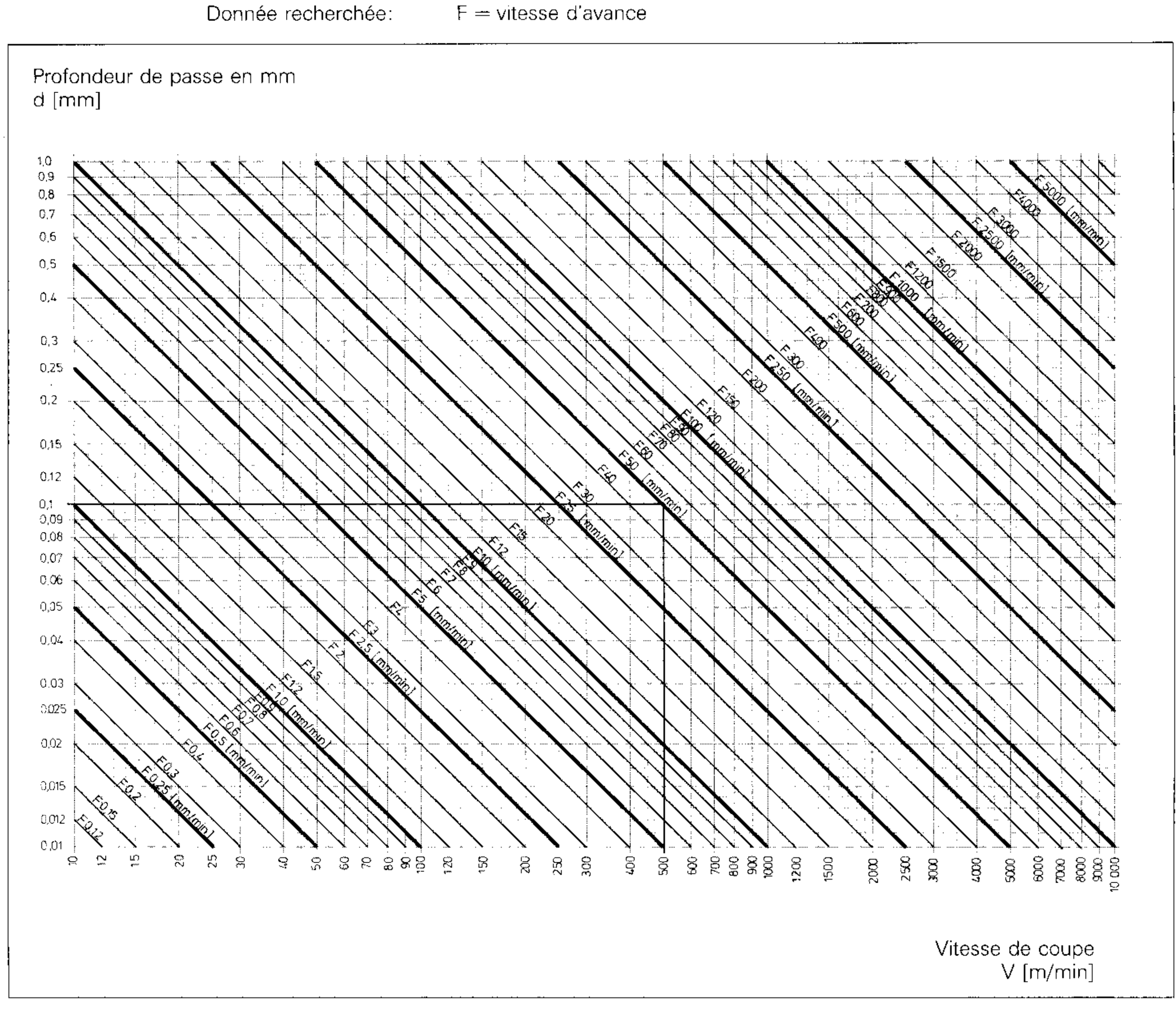


marques de référence à distance codée

Données de coupe
Diagramme avance

Il faut programmer l'avance F en [mm/min]. On connaît en général le nombre de dents n de l'outil, l'avance par dent ainsi que la vitesse de rotation broche S. Le diagramme suivant vous permet de calculer plus rapidement l'avance F.

Calcul de l'**avance F en [mm/min]**		Exemple
Données dont on dispose:	n = nombre de dents	6
	d = profondeur de passe admissible	0,1 [mm]
Donnée sélectionnée:	S = vitesse de rotation broche	500 [U/min]
Donnée recherchée:	F = vitesse d'avance	



Calcul

Axe des ordonnées: avance par dent 0,1 mm
Axe des abscisses: 500 t/min

On prend le point d'intersection comme avance F = 50 [mm/min] multipliée par le nombre de dents 6 = 300 [mm/min]

Formule

$d = \frac{F}{S \cdot n}$ ou $F = d \cdot S \cdot n$

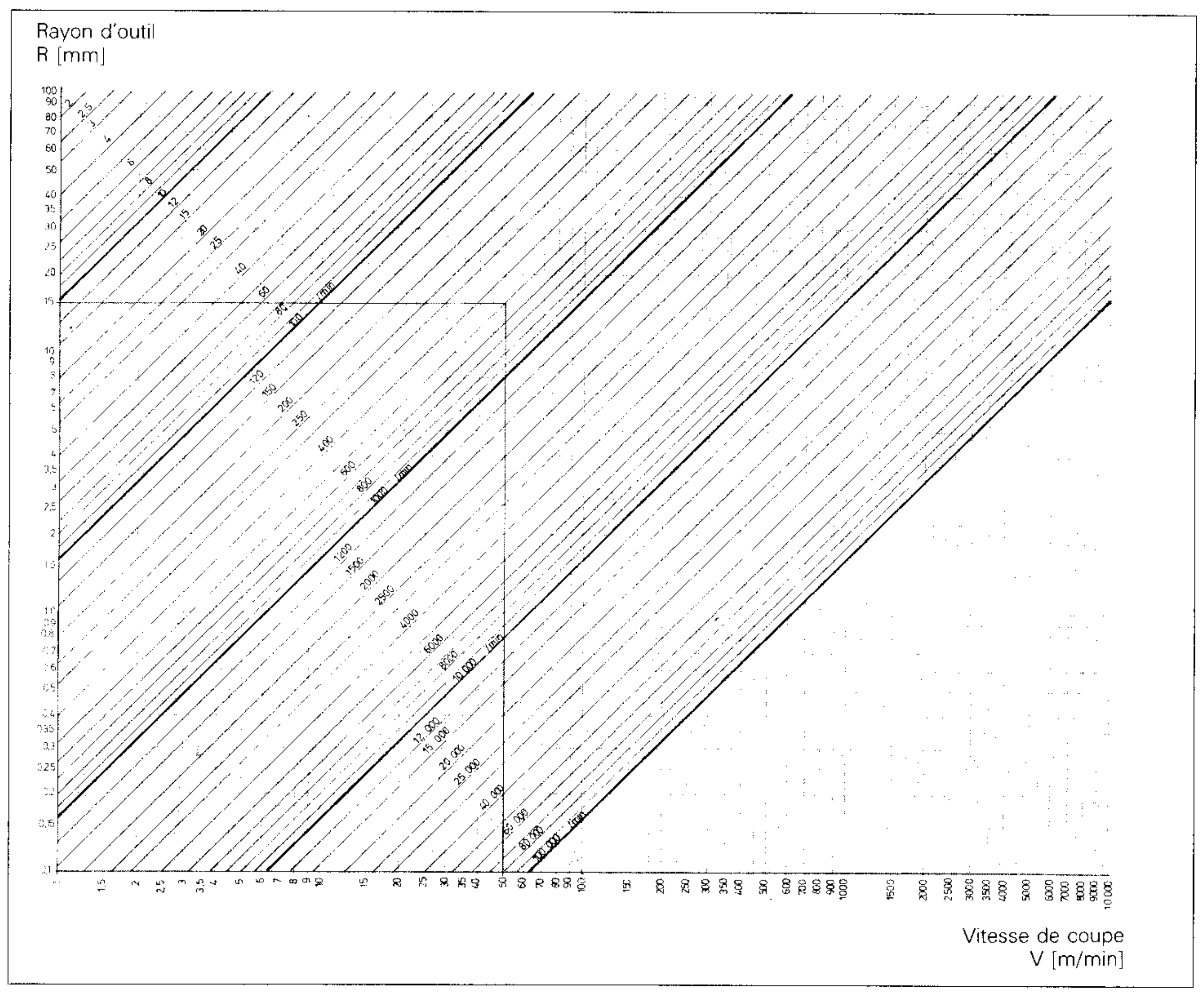
Conditions préalables:
Pour calculer l'avance:
- passe latérale = diamètre de l'outil (outil entier dans la matière), passe en profondeur = 1/2 rayon d'outil ou
- passe latérale = 1/4 rayon d'outil, passe en profondeur = rayon d'outil.

Données de coupe
Diagramme vitesse de rotation broche

Il faut programmer la vitesse de rotation broche S [t/min]. Le rayon d'outil R (exprimé en mm) et la vitesse de coupe V (m/min) sont généralement connus. Le diagramme suivant permet de définir plus simplement la vitesse de rotation broche S.

Calcul de la **vitesse de rotation S en [t/min]**

		Exemple
Données dont on dispose:	R = rayon d'outil	15 [mm]
	V = vitesse de coupe	50 [m/min]
Donnée recherchée:	S = vitesse de rotation	



Calcul

On prend le rayon d'outil sur l'axe des ordonnées: 15 mm
On prend la vitesse de coupe V sur l'axe des abscisses: env. 500 t/min (exactement 497 t/min).

On prend le point d'intersection soit env. 500 t/min (497 t/min).

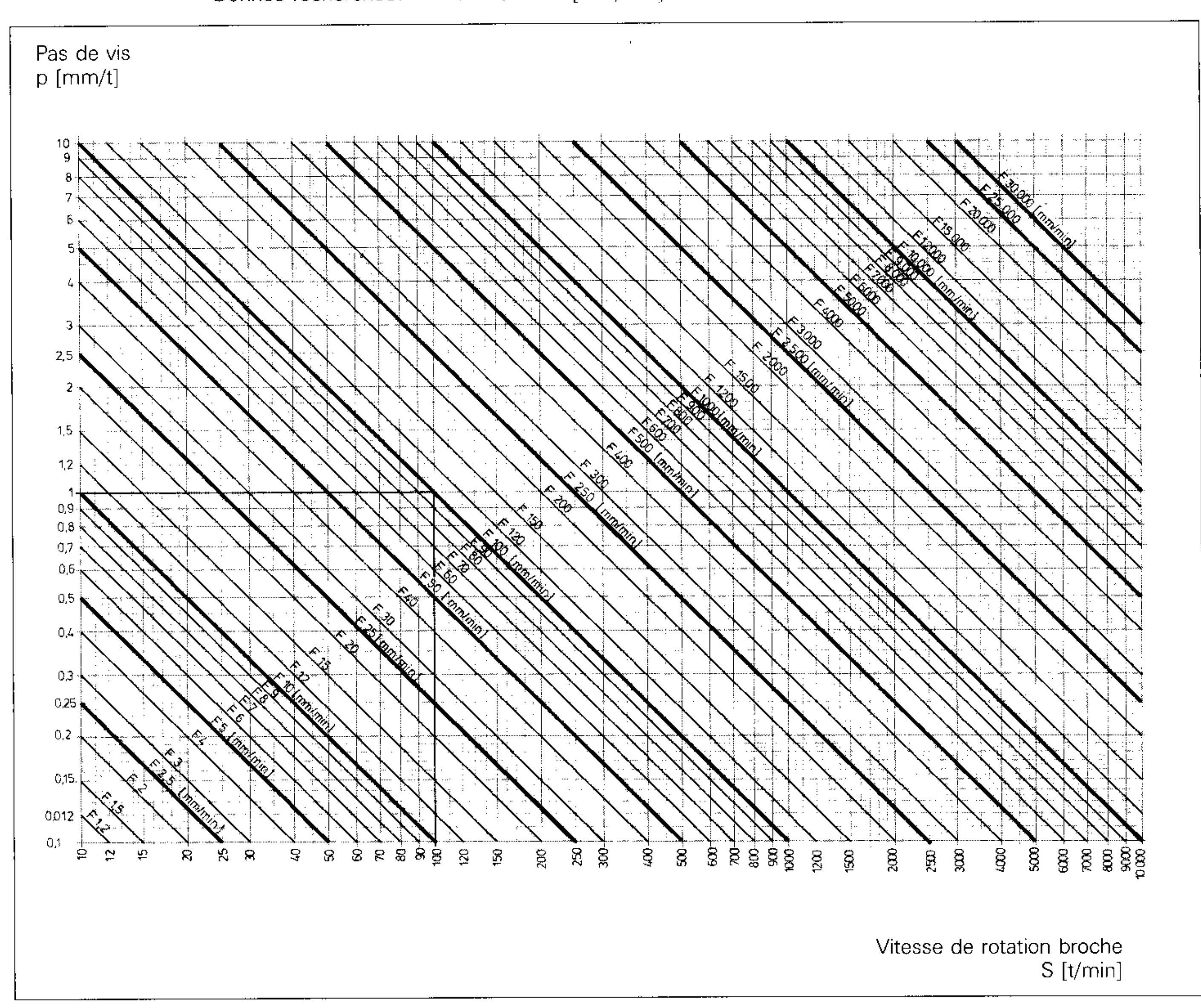
Formule

$V = 2R \cdot \pi \cdot S$; $S = \frac{V}{2R\,\pi}$

Données de coupe
Diagramme pas de vis

Lorsqu'on effectue un taraudage, il faut introduire le pas de vis P en [mm/t]. Il en est de même pour la vitesse de rotation broche S et l'avance F. On définit d'abord la vitesse de rotation puis l'avance à partir de leur diagramme respectif.

Calcul de l'**avance F en [mm/min]**		Exemple
Donnée dont on dispose:	p = pas de vis [mm/t]	1 [mm/t]
Donnée sélectionnée:	S = vitesse de rotation broche [t/min]	100 [t/min]
Donnée recherchée:	F = avance [mm/min]	



Calcul

Horizontale avec p 1,0
Verticale avec S 100

On prend le point d'intersection:
F = 100 mm/min

Formule

$p = \frac{F}{S}$ ou $F = p \cdot S$

Modes de fonctionnement machine (M)







Mise en service
Passage sur les marques de référence



Mise en service

	 1 0 Mettre en service la tension d'alimentation.
TEST MEMOIRE	La commande vérifie l'électronique interne. L'affichage est automatiquement effacé.
COUPURE D'ALIMENTATION	 Effacer le message. La commande vérifie ensuite la fonction ARRET D'URGENCE.
MANQUE TENSION COMMANDE RELAIS	 Mettre en service la tension d'alimentation.
MODE MANUEL PASSAGE SUR LES MARQUES DE REFERENCE Axe Z Axe X Axe Y 4ème axe	 Déplacer les axes sur les marques de référence suivant l'ordre chronologique affiché. Lancer chaque axe individuellement ou  ... déplacer les axes à partir des touches de sens externes. L'ordre chronologique des axes est défini par le constructeur de la machine.
MODE MANUEL	"Mode manuel" est automatiquement sélectionné.

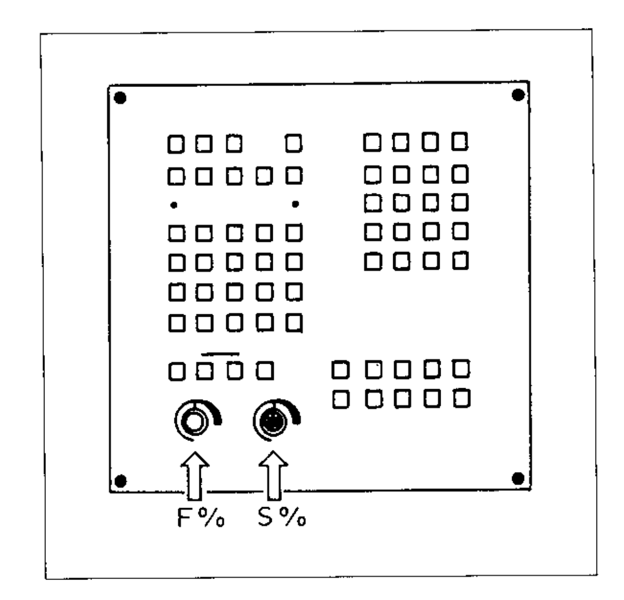
Systèmes de mesure

Pour les systèmes de mesure linéaire et angulaire avec marques de référence à distance codée, le déplacement requis est de 10 mm ou 20 mm max. voire 10° ou 20°.
Pour les systèmes de mesure ne comptant qu'une seule marque de référence, il faut absolument passer sur celle-ci.

Mode manuel
Déplacement à partir des touches de sens/ Vitesse de rotation S/Fonction auxiliaire M



Dans le "Mode manuel", les axes peuvent être déplacés et les points d'origine initialisés.



Fonctionnement manuel



L'axe de la machine se déplace tant que la touche d'axe correspondante est activée.
Dans le mode de fonctionnement par tabulation, plusieurs axes peuvent se déplacer simultanément.

Fonctionnement manuel en continu

Si la touche externe START est actionnée parallèlement à une touche de sens, l'axe sélectionné continue à se déplacer, même après avoir relâché les deux touches en question. On met fin au déplacement en appuyant sur la touche externe START.

Potentiomètre d'avance

La vitesse de déplacement (avance) est déterminée par les paramètres machine et peut être modifiée grâce au potentiomètre d'avance (F %) de la commande.

Vitesse de rotation broche S

TOOL CALL

"TOOL CALL" permet de sélectionner la vitesse de rotation broche.

Potentiomètre de broche

Pour les machines avec entraînement continu de la broche, la vitesse de rotation peut par ailleurs être modifiée à partir du potentiomètre de broche (S %).

Ouverture de dialogue — TOOL CALL

VITESSE DE ROTATION S EN T/MIN ?	Introduire la vitesse de rotation.
	ENT Prise en compte de la valeur.
	START Mise en service de la broche.

Fonction auxiliaire M

La touche "STOP" permet d'introduire les fonctions auxiliaires.

Ouverture de dialogue — STOP

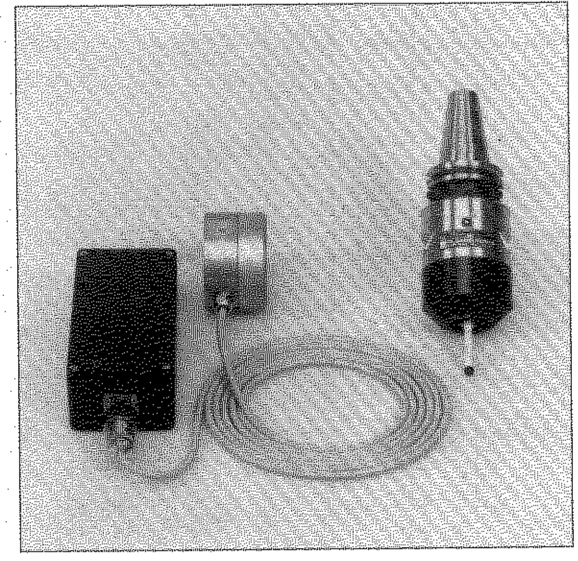
FONCTION AUXILIAIRE M ?	Introduire la fonction M.
	ENT Prise en compte de la valeur.
	START Activer la fonction auxiliaire.



Système de palpage 3D
Initialisation de l'origine avec fonctions de palpage



En liaison avec le logiciel de la TNC, le système de palpage 3D de HEIDENHAIN présente plusieurs avantages. C'est ainsi, par exemple, que le dégauchissage manuel précis de la pièce par rapport aux axes de la machine est superflu dans la mesure où la commande numérique enregistre automatiquement la position de la pièce et corrige automatiquement les écarts (rotation de base). De la même manière, l'initialisation de l'origine peut être réalisée au moyen du système de palpage 3D plus simplement, plus rapidement et avec davantage de précision.



TS 511

Fonctions de palpage

Les fonctions de palpage suivantes peuvent être également utilisées dans le mode "manivelle électronique".

L'ouverture du dialogue se fait au moyen de la touche "TOUCH PROBE".

Le menu suivant s'affiche.
La fonction de palpage est sélectionnée à partir des touches fléchées et prise en compte avec "ENT".

ETALONNAGE LONGUEUR EFFECTIVE
ETALONNAGE RAYON EFFECTIF
ROTATION DE BASE
SURFACE PIECE-PLAN DE REFERENCE
COIN = POINT D'ORIGINE
CENTRE DE CERCLE = POINT D'ORIGINE

Etalonnage

Avant l'utilisation du système de palpage, il convient de déterminer une seule fois au moyen des fonctions de palpage la longueur effective ainsi que le rayon effectif.
Les deux valeurs de mesure sont mémorisées dans la commande.

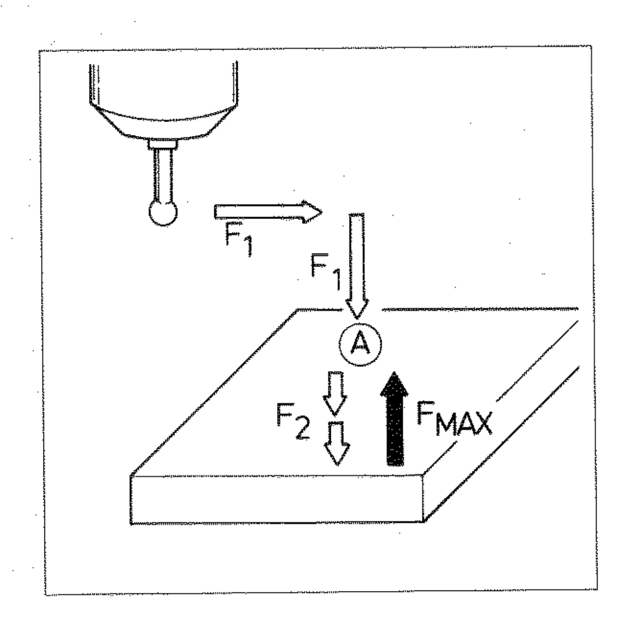
Quitter les fonctions de palpage

Il est possible de quitter à tout moment les fonctions de palpage avec "END □".

Procédure

La tête de palpage se déplace sur le côté latéral ou la surface de la pièce. L'avance lors de la mesure et le course à mesurer sont définies par le constructeur de la machine au moyen des paramètres-machine.
Le système de palpage signale à la commande numérique le contact avec la pièce. La commande mémorise les coordonnées des points de palpage.
L'axe à palper est arrêté et fait l'objet d'un retour au point de départ. Le dépassement provoqué par le freinage n'a pas d'influence sur le résultat de la mesure.

Ⓐ = Prépositionnement avec touches de sens d'axe.
F1 = Avance pour prépositionnement.
F2 = Avance pour palpage.
FMAX = Retour en rapide.





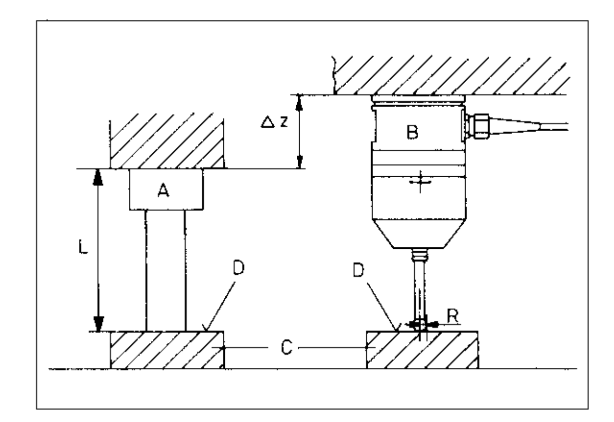
Système de palpage 3D
Etalonnage de la longueur effective




Moyen auxiliaire: bague de réglage

Pour effectuer un étalonnage, on fixe sur la table de la machine une bague de réglage d'une hauteur et d'un rayon donnés.

A = outil zéro
B = système de palpage 3D
C = bague de réglage
D = plan de référence (surface supérieure)
L = longueur de l'outil zéro
R = rayon de la bille

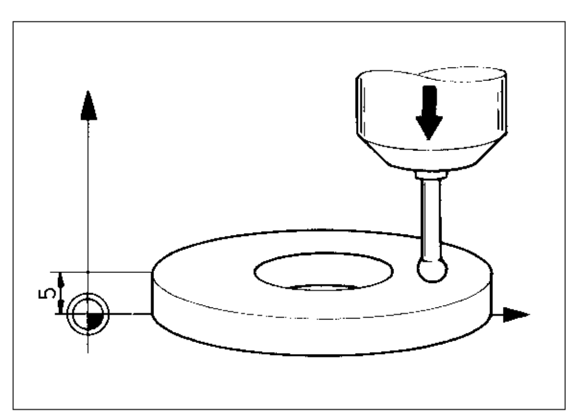


Exécution

Avant d'effectuer l'étalonnage, le plan de référence est déterminé en fonction de l'outil zéro.

Pour définir la longueur effective de la tige de palpage, le palpeur aborde le plan de référence. Après avoir touché la surface supérieure de la pièce, la tête de palpage revient à sa position initiale en rapide.

La longueur L est mémorisée par la commande et automatiquement prise en compte lors des calculs de position à venir.



Ouverture de dialogue — TOUCH PROBE

ETALONNAGE LONGUEUR EFFECTIVE — ↑ ENT Sélectionner et prendre en compte la fonction de palpage.

AXE D'OUTIL = Z	Introduire le cas échéant d'autres axes d'outil.
	↓ Sélectionner le "point d'origine".
POINT D'ORIGINE +5	ENT Introduire le point d'origine dans l'axe d'outil, par exemple +5,0 mm.

Z+ Z–	X Y Z Déplacer le système de palpage près du plan de référence. ← → Sélectionner, le cas échéant, le sens de déplacement du palpeur, ici Z–. START La tête de palpage est déplacée suivant l'axe Z dans le sens négatif. Après le contact avec la surface de la pièce et le retour à la position de départ, la commande passe automatiquement en mode de fonctionnement "Fonctionnement manuel" ou "Manivelle".

Affichage

La valeur de la longueur effective est affichée après une nouvelle ouverture de dialogue "Calibration de la longueur effective".



Système de palpage 3D
Etalonnage Rayon effectif

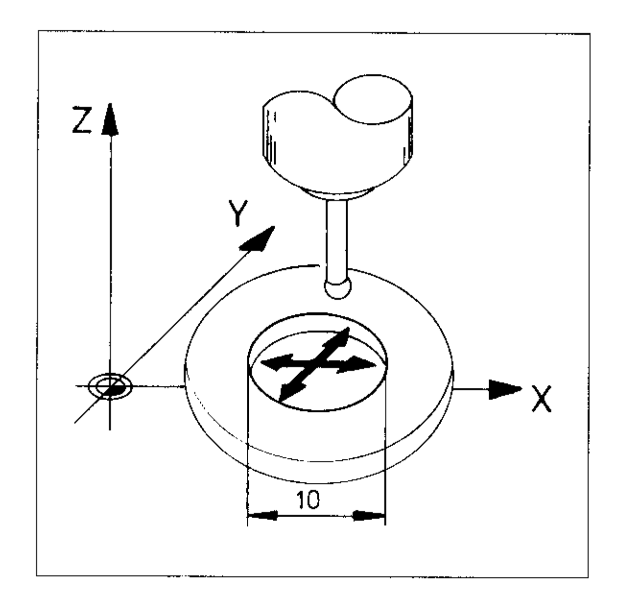



Exécution

La tête de palpage vient se positionner à l'intérieur de l'alésage de la bague de réglage. Afin de déterminer le rayon effectif de la bille à l'extrémité de la tige de palpage, il faut palper quatre points de l'alésage. Les sens de déplacement sont indiqués par la commande, par exemple X+, X–, Y+, Y– (axe d'outil = Z).

Après chaque contact avec la bague, le palpeur revient en rapide à sa position initiale.

Le rayon R est mémorisé par la commande et automatiquement pris en compte lors des calculs suivants.



Ouverture de dialogue 

ETALONNAGE RAYON EFFECTIF — Sélectionner et prendre en compte la fonction de palpage.

AXE D'OUTIL = Z	Introduire, le cas échéant, d'autres axes d'outil. Sélectionner "Rayon Bague de réglage".
RAYON BAGUE DE REGLAGE = 10	Introduire le rayon de la bague de réglage, par ex. 10,0 mm.

X+ X– Y+ Y–	Amener l'outil à peu près au centre de la bague de règlage. Sélectionner le sens de déplacement de la tête de balayage (uniquement nécessaire lorsque une suite chronologique donnée est souhaitée ou qu'un sens de palpage est exclu).  Palper en tout 4 fois. Après avoir palpé l'alésage de la bague de réglage en quatre points, la commande passe automatiquement en mode "Fonctionnement manuel" ou "Manivelle électronique".

Affichage

La valeur du rayon effectif est affichée après une nouvelle ouverture de dialogue "Etalonnage Rayon effectif".

Messages d'erreur

Tous les systèmes de palpage:

POINT DE PALPAGE INACCESSIBLE
Le palpeur ne trouve pas de contact sur une course de mesure donnée.

TIGE DE PALPAGE DEVIEE
La tige de palpage était déjà déviée au départ.

Système de palpage TS 511:

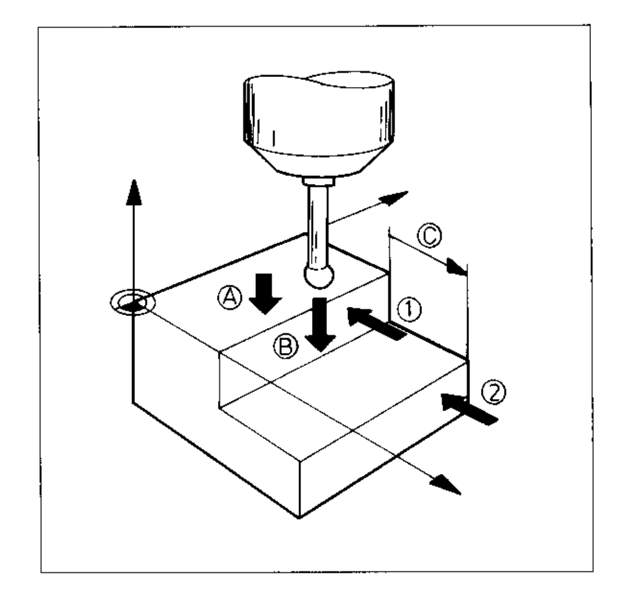
SYSTEME DE PALPAGE NON PRET
Insuffisance de réglage ou interruption de la voie de transmission.
La fenêtre d'émission et de réception, soit la face avec les deux fenêtres, doit être orientée vers l'électronique de réception.



Système de palpage 3D
Plan de référence, calcul de position



La fonction de palpage "Surface de la pièce à usiner = plan de référence" permet de mesurer la position d'une surface sur une pièce fixée sur le support.



Possibilités

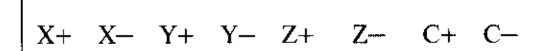
- Initialisation du plan de référence Ⓐ
- Calcul de positions Ⓑ
- Calcul de longueurs Ⓒ

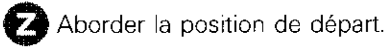
Calcul de positions

Ouverture de dialogue 

SURFACE DE LA PIECE = PLAN DE REFERENCE   Sélectionner et prendre en compte la fonction de palpage.

 Aborder la position de départ.


X+ X– Y+ Y– Z+ Z– C+ C–

  Sélectionner le sens de déplacement, par ex. Z–.

 Déplacer la tête de palpage suivant le sens négatif de Z.
Après contact de la surface, la tête de palpage revient à la position de départ en avance rapide.

Valeur de mesure

POINT D'ORIGINE Z–18,125 — La commande affiche la valeur de mesure.

Initialisation du plan de référence

 Introduire, le cas échéant, une nouvelle valeur, par ex. 0 mm.

POINT D'ORIGINE Z+0 —  Prise en compte de la valeur introduite.

Calcul de longueur

Il est en outre possible de mesurer une longueur donnée sur une pièce ajustée.

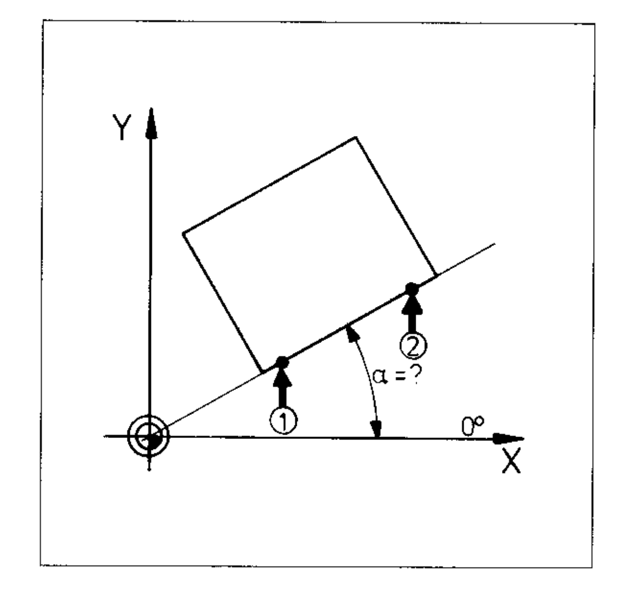
- Palper la première position et initialiser le point d'origine (par ex. 0 mm).
- Palper le deuxième position.
  La valeur de longueur peut être affichée sur la fenêtre "Point d'origine".



Système de palpage 3D
Rotation de base, calcul d'angle




La fonction de palpage "Rotation de base" permet de déterminer l'écart angulaire entre un angle effectif donné et deux positions de palpage différentes.
L'angle est calculé dans le plan d'usinage.



Possibilités

- Rotation de base (correction d'un éventuel désaxage effectuée par la commande)
- Calcul d'angle.
- Correction d'erreur de positionnement (pour machines outils avec axe rotatif);

Rotation de base Ouverture de dialogue



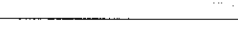

ROTATION DE BASE

 Sélectionner et prendre en compte la fonction de palpage.

ANGLE DE ROTATION = 0

 Sélectionner "Angle de rotation".


 Introduire l'angle effectif de la droite de référence, par ex. 0°.



X+ X− Y+ Y−

 Déplacer la tête de palpage à la position de départ ①.

 Sélectionner le sens de palpage, par ex. Y+.

 La tête de palpage se déplace dans le sens indiqué, par ex. Y+.
Après contact avec la face, la tête de palpage revient à la position de départ.

 Déplacer la tête de palpage à la position de départ ②.

 La tête de palpage se déplace dans le sens indiqué, par ex. Y+.
Après contact de la face, la tête de palpage revient à la deuxième position de départ.
La commande passe automatiquement en "Mode manuel" ou "Manivelle".



Système de palpage 3D
Rotation de base, calcul d'angle

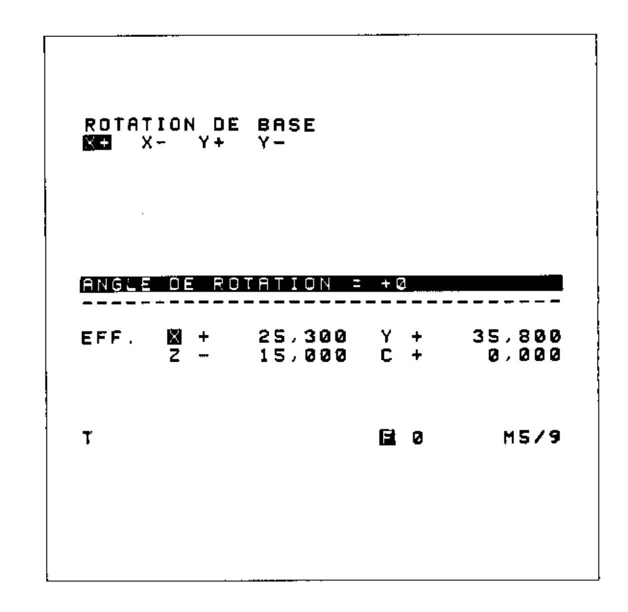



Affichage de l'angle de rotation



L'angle de rotation est affiché après sélection de la fonction de palpage "Rotation de base".

L'exécution d'une rotation de base est indiquée à l'écran par l'abréviation "ROT" dans l'affichage d'état.
Elle est maintenue, même après coupure de la tension secteur.



Suppression de la rotation de base (angle de rotation 0°)

Pour supprimer la rotation de base, il faut sélectionner la fonction de palpage "Rotation de base" et introduire l'angle de rotation 0°.
L'affichage "ROT" disparaît.



Une fois la rotation de base activée, tous les programmes suivants sont réalisés suivant ce nouvel angle de rotation, de même pour la simulation graphique.

Calcul d'angle

Parallèlement à la rotation de base, on peut mesurer un angle donné sur une pièce ajustée.

Pour ce faire, il faut:
- réaliser une rotation de base
- afficher l'angle de rotation
- supprimer la rotation de base

Remédier à une position asymétrique

Pour les machines outils présentant un axe de rotation, il est en outre possible de remédier à une éventuelle position asymétrique de la pièce en faisant tourner l'axe.

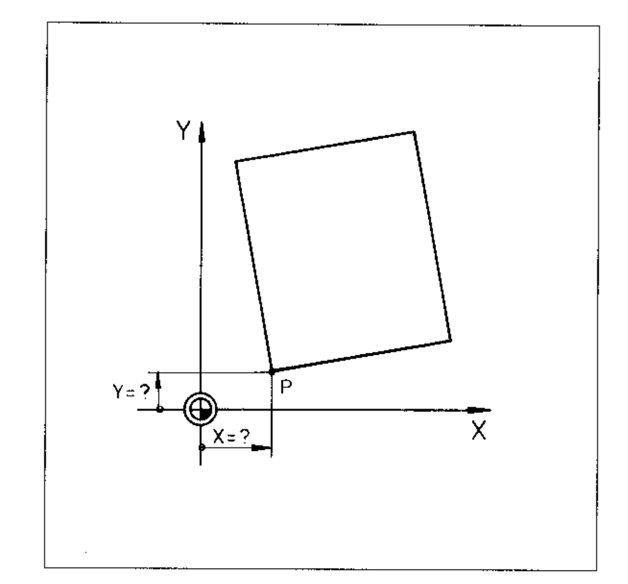
Pour ce faire, il faut:
- effectuer une rotation de base
- afficher l'angle de rotation et le noter
- supprimer la rotation de base
- introduire en cote **incrémentale** la valeur de l'angle de rotation de l'axe concerné dans le mode de fonctionnement "Positionnement avec introduction manuel" (voir Déplacement à la position introduite sans correction de rayon). Une fois la séquence terminée, appuyer sur la touche externe "START" pour lancer la rotation.



Système de palpage 3D
Coin = point d'origine/ calcul du point d'origine



Grâce à la fonction de palpage "Coin = point d'origine", la commande calcule les coordonnées d'un coin de la pièce à usiner. La valeur ainsi calculée peut être prise en compte comme point d'origine pour l'usinage suivant. Toutes les valeurs effectives de position se réfèrent alors à ce point.

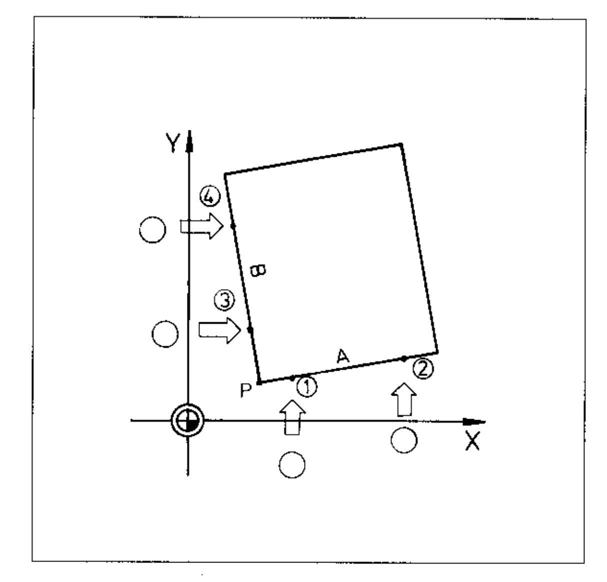




La fonction de palpage "Rotation de base" doit être exécutée avant "Coin = point d'origine".

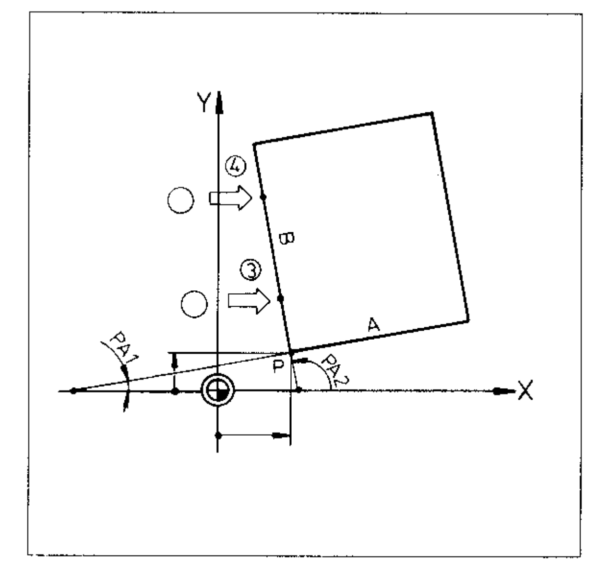
Exécution

La tête de palpage aborde deux faces latérales à partir de deux positions de départ différentes (voir schéma).
Le point P est calculé par la commande comme le point d'intersection de la droite A (points de palpage ① et ②) et de la droite B (points de palpage ③ et ④).



Une fois la rotation de base réalisée

Si la fonction de palpage "Coin = point d'origine" est appelée à la suite d'une rotation de base (droite A), le palpage de la première face latérale n'a plus lieu d'être.





Système de palpage 3D
Coin = point d'origine/calcul du coin



Si la rotation de base doit être prise en compte, appuyer sur la touche "ENT" en réponse à la question de dialogue "POINTS DE PALPAGE POUR ROTATION DE BASE ?" (dans le cas contraire, "NO ENT").



Si seule la fonction de palpage "COIN = POINT D'ORIGINE" est activée, la rotation de base n'aura pas lieu.

Ouverture de dialogue 

COIN = POINT D'ORIGINE  Sélectionner et prendre en compte la fonction de palpage.

Première face latérale

X+ X– Y+ Y–

 Déplacer la tête de palpage à la première position de départ.

 Sélectionner la sens de palpage, par ex. Y+.

 La tête de palpage se déplace dans le sens sélectionné, par ex. Y+.
Après contact de la première face latérale, la tête de palpage revient à sa position de départ.

Aborder la seconde position de départ et palper suivant le même sens que celui précisé ci-dessus.

Seconde face latérale

X+ X– Y+ Y–

Déplacer la tête de palpage à la troisième position de départ.

 Sélectionner le sens de palpage, par ex. X+.

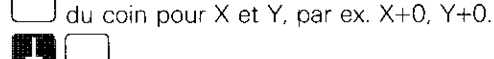
 La tête de palpage se déplace dans le sens sélectionné, par ex. X+.
Après contact de la face latérale, la tête de palpage revient à sa position de départ.

Aborder la quatrième position de départ et palper suivant le même sens que celui précisé ci-dessus.

Affichage de coin et initialisation du point d'origine

POINT D'ORIGINE X+0

POINT D'ORIGINE Y+0

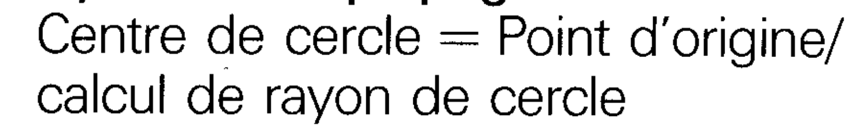


Introduire, le cas échéant, les coordonnées du coin pour X et Y, par ex. X+0, Y+0.



Prise en compte de la valeur introduite.

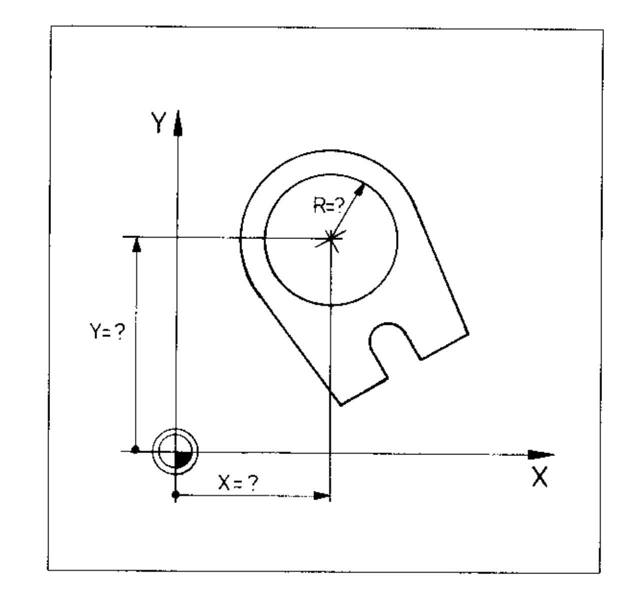




Système de palpage 3D
Centre de cercle = Point d'origine/ calcul de rayon de cercle



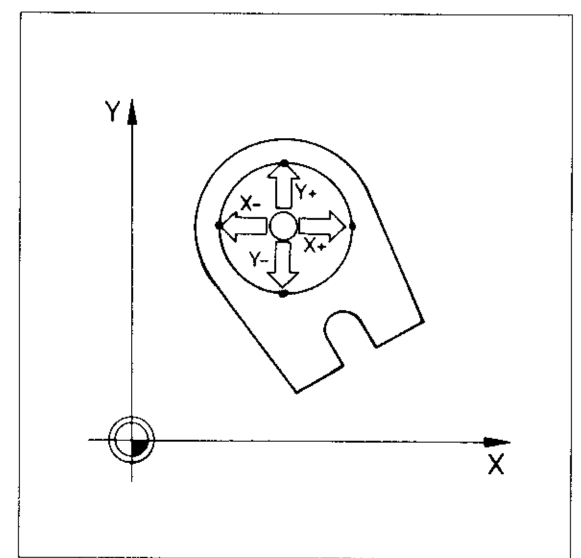

La fonction de palpage "Centre de cercle = Point d'origine" permet à la commande de calculer les coordonnées du centre de cercle et le rayon de celui-ci pour des pièces présentant des surfaces cylindriques. Les coordonnées du centre de cercle peuvent être prises en compte comme point d'origine pour l'usinage. Toutes les valeurs de position effectives se rapportent à ce point.



La fonction de palpage "Rotation de base" doit être exécutée avant "Centre de cercle = point d'origine".

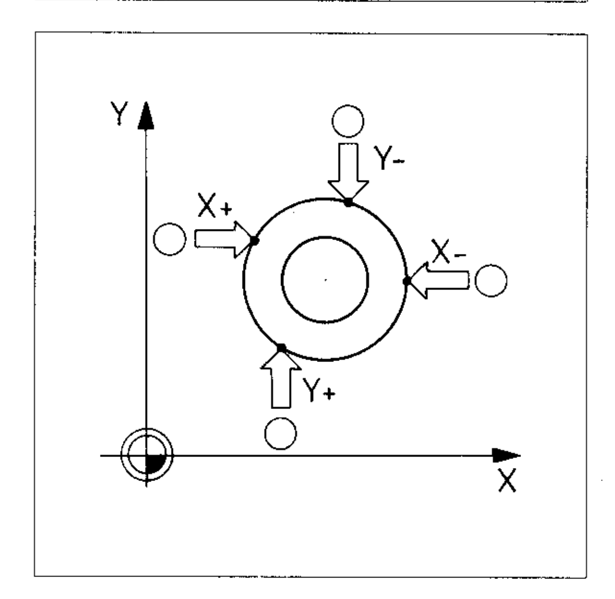
Perçage, poche circulaire

La tête de palpage est positionnée dans le perçage à l'aide des touches externes de sens d'axe.
A partir de la touche externe START, on peut palper quatre positions différentes.



Cylindre extérieur

Lorsqu'on usine des pièces présentant des cylindres extérieurs, il faut définir respectivement les quatre points qui devront être palpés.





Système de palpage 3D
Centre de cercle = Point d'origine/ calcul de rayon de cercle




Ouverture de dialogue 

CENTRE DE CERCLE = POINT D'ORIGINE — Sélectionner et prendre en compte la fonction de palpage.

X+ X– Y+ Y–	 Déplacer la tête de palpage à la première position de départ. Sélectionner, le cas échéant, le sens de palpage, par ex. X–. La tête de palpage se déplace suivant le sens sélectionné, par ex. X–. Après contact de la face latérale, la tête de palpage revient à sa position de départ.

Aborder la seconde et la troisième position de départ et palper suivant les différents sens comme mentionné ci-dessus.

X+ X– Y+ Y–	 Déplacer la tête de palpage à la quatrième position de départ.  Sélectionner, le cas échéant, le sens de palpage, par ex. Y–. La tête de palpage se déplace suivant le sens sélectionné, par ex. Y–. Après contact de la face latérale, la tête de palpage revient à sa position de départ.

Affichage

X+54,3 Y+21,576	Coordonnées du centre de cercle.
PR+20	Rayon du cercle.

Initialisation du point d'origine

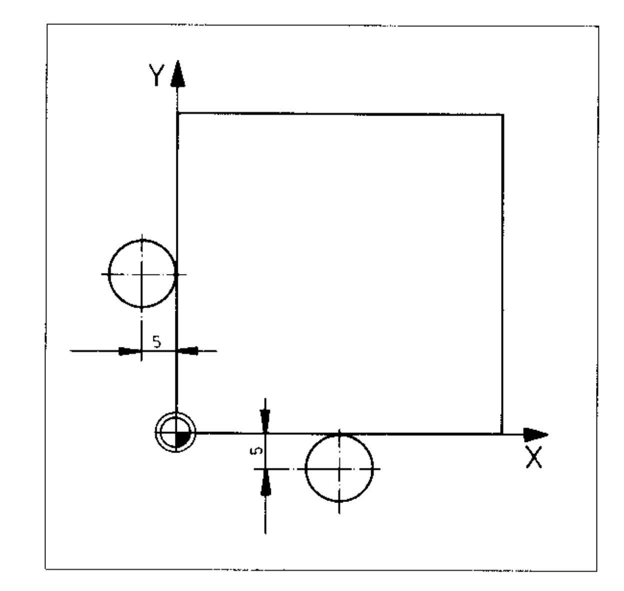
POINT D'ORIGINE X+40 POINT D'ORIGINE Y+30	Introduire, le cas échéant, les coordonnées du centre de cercle pour X et Y, par ex. X+40, Y+30.  Prise en compte de la valeur introduite.

Mode manuel
Initialisation de l'origine sans fonction de palpage



Dégauchissage de la pièce et initialisation de l'origine

La pièce doit tout d'abord être dégauchie parallèlement aux axes de la machine. Pour initialiser l'origine, il convient ensuite de déplacer la machine jusqu'à une position connue par rapport à la pièce. Les valeurs de position sont introduites au moyen des touches d'axes correspondantes.

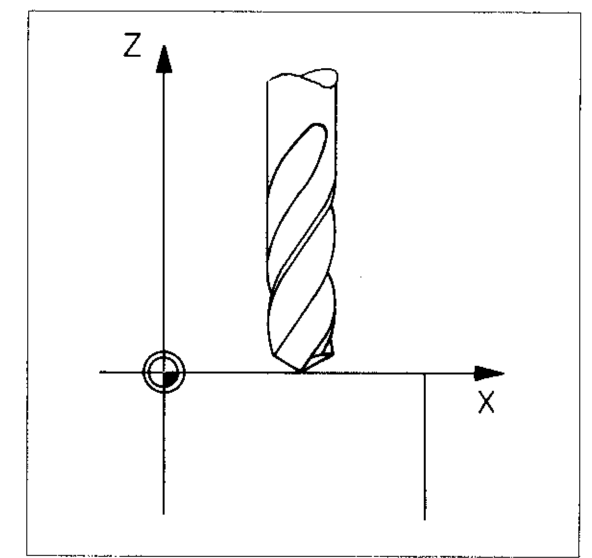


Palpage d'arête avec palpeur ou outil

On déplace l'outil vers l'arête de la pièce à usiner. Lorsque l'outil rencontre la surface, on initialise la valeur effective d'affichage de l'axe correspondant à la valeur du rayon d'outil voire du rayon de bille du palpeur d'arête avec un signe négatif (ici par ex. X = –5 mm, Y = –5 mm).

Affleurer la surface de la pièce suivant l'axe d'outil

L'outil zéro vient se positionner sur la surface supérieure de la pièce à usiner. Lorsque la pointe de l'outil atteint la surface en question, on initialise la valeur effective d'affichage de l'axe de plongée à la valeur zéro.
Si la surface supérieure de la pièce ne doit pas être affleurée, il est possible de placer une fine plaque de tôle d'épaisseur connue (par ex. cale étalon de 0,1 mm) entre la pointe de l'outil et la pièce. On indique alors, au lieu de zéro, l'épaisseur de la plaque (par ex. Z = +0,1 mm).

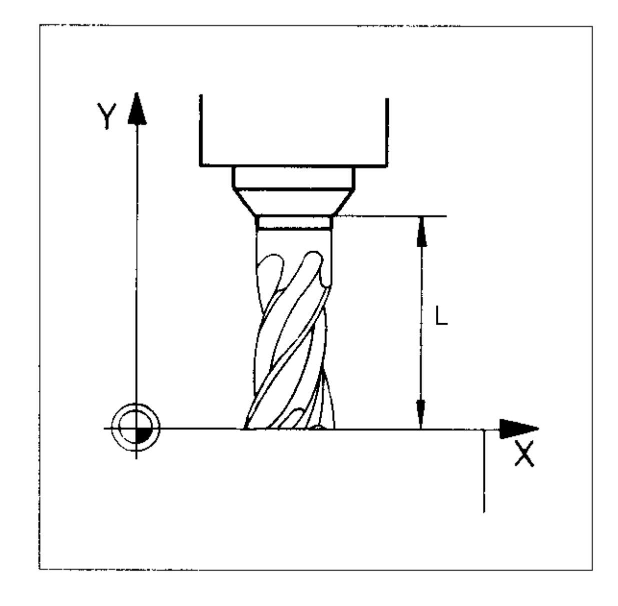


Outils pré-réglés

Pour les outils pré-réglés, c'est à dire pour les outils dont la longueur est déjà connue, la face supérieure peut être palpée par un outil préréglé quelconque. Afin d'attribuer la valeur zéro à la surface supérieure, ou indique la longueur L de l'outil en question comme valeur effective de l'axe d'outil avec un signe positif. Si la surface de la pièce a une valeur autre que zéro, la valeur effective suivante doit être introduite:
(valeur effective Z) = (longueur d'outil L) + (position surface)

Exemple:
Longueur d'outil L : 100 mm
Position de la surface supérieure de la pièce: +50 mm

Valeur effective à introduire
Z = 100 mm + 50 mm = 150 mm





Mode manuel
Initialisation des affichages de position/ du point zéro pièce



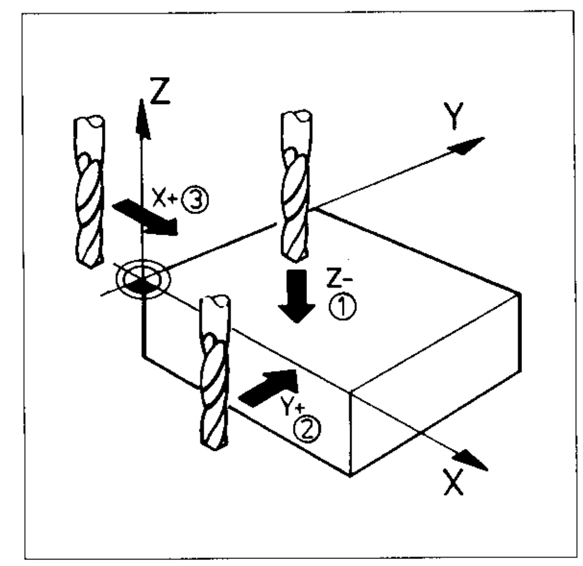
Exemple: initialisation du point d'origine (point zéro pièce)

Le point d'origine doit être initialisé avec un foret (rayon d'outil R = 5 mm) conformément au schéma ci-contre.

① affleurer la surface supérieure de la pièce.

② affleurer l'arête de la pièce suivant l'axe Y.

③ affleurer l'arête de la pièce suivant l'axe X.



Affleurer avec: Axe Z

Ouverture de dialogue

[Z] lorsque la surface ① doit être tangentée.

INITIALISATION DU POINT D'ORIGINE Z =	[ ] Introduire la valeur pour l'axe Z, par ex. 0 mm. [ENT] Prise en compte la valeur introduite. Affichage Z: 0.000

Axe Y

Ouverture de dialogue

[Y] lorsque la surface ② doit être tangentée.

INITIALISATION DU POINT D'ORIGINE Y =	[ ] Introduire la valeur pour l'axe Y, par ex. 5 mm. [+/–] Avec signe négatif. [ENT] Prise en compte de la valeur introduite. Affichage Y: –5.000

Axe X

Ouverture de dialogue

[X] lorsque la surface ③ doit être tangentée.

INITIALISATION DU POINT D'ORIGINE X =	[ ] Introduire la valeur pour l'axe X, par ex. 5 mm. [+/–] Avec signe négatif. [ENT] Prise en compte de la valeur introduite. Affichage X: –5.000

Les points d'origine pour les autres axes peuvent être également initialisés conformément à l'exemple ci-dessus.

Si le dialogue "INITIALISATION DU POINT D'ORIGINE" a été lancé par mégarde, l'ouverture du dialogue peut être annulée en activant les touches "NO ENT" ou "END □".

Les points d'origine initialisés (points zéro) ne sont affichés que dans le mode Position "EFF".
Cet affichage doit être sélectionné, le cas échéant, à partir de la touche "MOD" (voir chapitre Z, affichages de position).

Manivelle électronique/pas

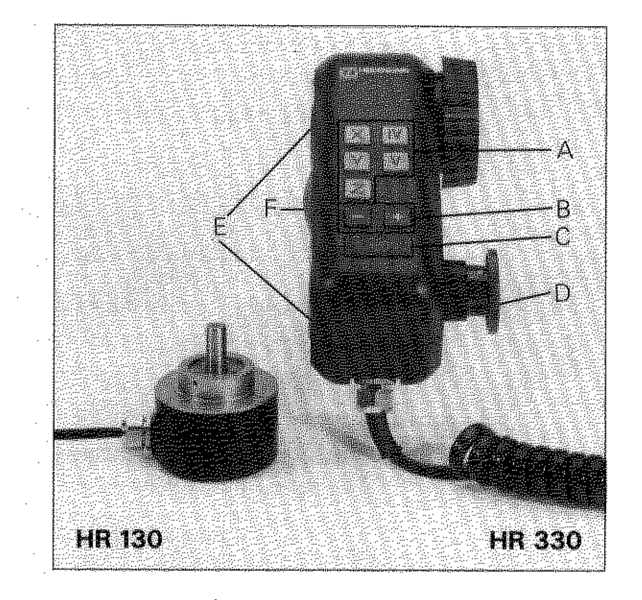


Version

La commande peut être équipée d'une manivelle électronique qui permet par exemple d'ajuster la machine.
Il existe deux versions de manivelle électronique:

HR 130: version à encastrer

HR 330: version portable avec
en outre des touches de sélection d'axe, des touches d'avance rapide et un bouton poussoir d'ARRET D'URGENCE.



Facteur de subdivision

Le déplacement effectué pour une rotation de manivelle est déterminé par le facteur de subdivision (voir tableau suivant).

Facteur de subdivision	Deplacement en mm par tour de manivelle
1	10,0
2	5,0
3	2,5
4	1,25
5	0,625
6	0,313
7	0,156
8	0,078
9	0,039
10	0,020

Utilisation HR 130

La manivelle est commutée sur chacun des axes de la machine à partir des touches X, Y, Z, IV et V.

Utilisation HR 330

La manivelle HR 330 permet de sélectionner un axe donné. L'axe qui est déplacé par la manivelle est affiché à l'écran dans le champ clair.



Dans le mode de fonctionnement "Manivelle électronique", les axes de la machine peuvent être également déplacés après avoir actionné les touches externes de sens.

```
MANIVELLE ?
FACTEUR DE SUBDIV.:      2 0

EFF.   X  +    25,300
       Y  +    35,800
       Z  -    15,000
       C  +     0,000

T1     Z              0     M5/9
```

Manivelle électronique/pas



Utilisation HR 130/330

Mode de fonctionnement et ouverture de dialogue 

FACTEUR DE SUBDIVISION: 3	 Introduire le facteur de subdivision sélectionné, par ex. 4. Prise en compte de la valeur introduite.

FACTEUR DE SUBDIVISION: 4	Y Sélection d'axe: sur la commande (HR 130) sur la manivelle (HR 330)

Avec la manivelle électronique, l'outil peut dorénavant être déplacé suivant le sens positif ou négatif de l'axe Y.

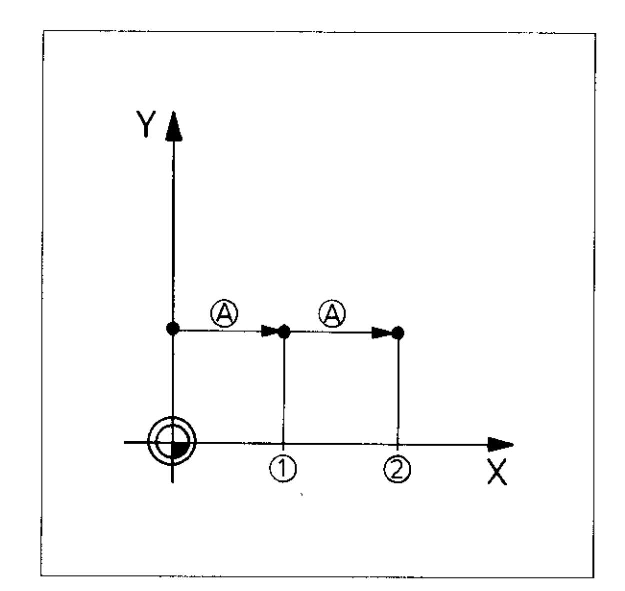
Positionnement pas à pas

Le programme automate AP permet au constructeur de la machine d'activer le positionnement pas à pas. On peut ainsi introduire un pas donné dans ce mode de fonctionnement.
En appuyant sur une touche externe d'axe, l'axe effectue un déplacement correspondant à la valeur du pas introduit. Cette opération peut être répétée aussi souvent que nécessaire.
Seuls des déplacements parallèles aux axes peuvent être exécutés.

Ⓐ Plongée (pas): par ex. 2 mm.

① Appuyer une fois sur la touche d'axe externe (par ex. X).

② Appuyer deux fois sur la touche d'axe externe.



Introduction du pas

Mode de fonctionnement et ouverture de dialogue 

PLONGEE: 1.000	 Introduire le pas, par ex. 2 mm. Prise en compte de la valeur introduite.

PLONGEE: 2.000	 ou une autre touche d'axe externe. L'axe effectue un déplacement correspondant à la valeur du pas introduit.

Positionnement avec introduction manuelle
Appel d'outil/axe de broche/ vitesse de rotation



Pour appeler les valeurs de correction d'outil avec "TOOL CALL" dans le mode de fonctionnement "Positionnement avec introduction manuelle", il faut d'abord définir l'outil. L'outil est défini soit dans la mémoire d'outils centrale, soit au cours d'un programme donné.

Si l'on travaille sans mémoire d'outils centrale, il faut effectuer dans le mode de fonctionnement "Exécution de programme en continu" ou "Exécution de programme pas à pas" une définition d'outil "TOOL DEF".

Les concepts "TOOL DEF" et "TOOL CALL" sont précisés dans le chapitre P consacré aux outils.

Ouverture de dialogue — TOOL CALL

Exemple: appel d'outil

NUMERO D'OUTIL ?	[ ]	Introduire le numéro d'outil.
	ENT	Prise en compte de la valeur introduite.

Sélection de l'axe de broche

AXE DE BROCHE PARALLELE X/Y/Z ?	Z	Introduire l'axe de broche, par exemple Z.

Sélection de la vitesse de rotation

VITESSE DE ROTATION S en T/MIN ?	[ ]	Introduire la vitesse de rotation.
	ENT	Prise en compte de la valeur introduite.

SEQUENCE COMPLETE	START	Lancer l'appel d'outil.

Positionnement avec introduction manuelle
Déplacement à la position introduite sans correction de rayon



Dans le mode de fonctionnement "Positionnement avec introduction manuelle" des séquences de positionnement parallèle aux axes peuvent être introduites et exécutées (les séquences de positionnement introduites ne sont pas mémorisées).

Aborder la position

Ouverture de dialogue — X ou une autre touche

VALEUR EFFECTIVE DE POSITION ?	I incrémental – absolu?
	ENT Introduire la valeur numérique pour l'axe sélectionné. Prise en compte de la valeur introduite.

Correction de rayon

CORR. DE RAYON: R+/R–/PAS DE CORR. ?	 Pas d'introduction ou
	R+ R– avec correction de rayon.

AVANCE ? F = / FMAX = ENT	 Introduire le cas échéant l'avance ou
	 avance rapide.

FONCTION AUXILIAIRE M ?	 Introduire le cas échéant la fonction auxiliaire, par exemple M03.
	NO ENT Ne pas introduire de fonction auxiliaire.

SEQUENCE COMPLETE	 Lancer la séquence de positionnement.

Clôre l'introduction



Clôture directe de l'introduction. Les données précédentes concernant la l'action de correction, l'avance, le sens de rotation broche restent activées durablement.

Correction de rayon pour les séquences de positionnement parallèle aux axes.

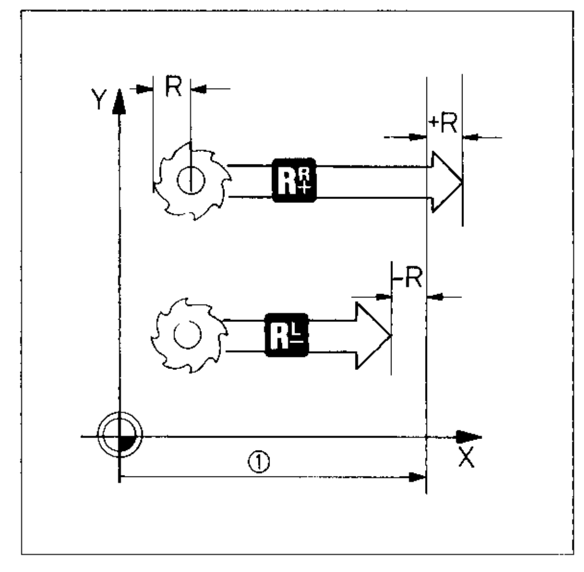
Pour les séquences de positionnement parallèle aux axes, le déplacement de l'outil peut être diminué ou augmenté de la valeur du rayon d'outil.

R+ Déplacement de l'outil rallongé de R.
R– Déplacement de l'outil réduit de R.

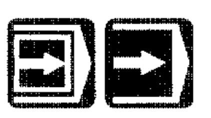
Si une valeur de correction R+/R– est introduite pour le positionnement de l'axe de broche, cette valeur ne sera pas prise en compte.

Si l'on utilise le 4ème axe comme axe de table circulaire, la valeur de correction d'outil ne sera pas non plus prise en compte.

① Position nominale



Exécution de programme
Exécution pas à pas, exécution en continu



Les programmes mémorisés peuvent être exécutés dans les modes de fonctionnement "Exécution de programme pas à pas" et "Exécution de programme en continu".

Avant d'entamer l'usinage, il importe de définir le point zéro pièce!
Voir chapitre "Ajustage".

Exécution de programme pas à pas

Dans ce mode de fonctionnement, la commande exécute le programme situé dans la mémoire de travail séquence par séquence.

On a de préférence recours à ce mode de fonctionnement lorsque l'on teste ou exécute pour la première fois un programme donné.

Mode de fonctionnement — Séquence par séquence

Sélection de programme



Sélectionner le programme ou aller à la séquence 0 lorsque le programme est déjà sélectionné.

0 BEGIN PGM 7225	La première séquence de programme est affiché à la première ligne.

Lancer l'exécution





Les séquences de programme sont lancées respectivement à partir de la touche externe START.

Exécution de programme en continu



Dans ce mode de fonctionnement, la commande exécute le programme situé dans la mémoire jusqu'à l'arrêt programmé ou jusqu'à la fin du programme.

Fonctions d'arrêt:
M02, M03, M00 (M06 "STOP", si la fonction Arrêt a été définie dans les paramètres machine).

L'exécution de programme est interrompue si un message d'erreur est signalé à l'écran.

Après tout arrêt programmé, il faut relancer la procédure pour que le programme reprenne son cours.

Sélection de programme

Mode de fonctionnement — Exécution en continu
Sélectionner les numéros de programme et de séquence comme mentionné ci-dessus.

Lancer l'exécution de programme



Le PGM est exécuté jusqu'à un arrêt programmé donné ou jusqu'à la fin.

Avance

L'avance programmée peut être modifiée à partir du potentiomètre d'avance.

Vitesse de rotation

La vitesse de rotation programmée peut être modifiée à partir du potentiomètre d'avance.

Exécution de programme
Interruption de l'exécution de programme

Arrêt



Arrêter l'exécution de programme:
Interrompre le déplacement des axes en appuyant sur la touche externe STOP.
La séquence en cours n'est pas exécutée jusqu'à sa fin.
L'affichage "Commande en service" (✱) clignote.

Interruption



Interrompre l'exécution de programme.
L'affichage "Commande en service" (✱) disparaît.

La commande mémorise:

- l'outil appelé en dernier lieu
- les conversions de coordonnées
- le dernier centre de cercle/pôle
- la répétition de programme en cours
- le label de saut de retour pour les sous-programmes

Passer à l'exécution de programme pas à pas



Dans le mode de fonctionnement "Exécution de programme en continu", on peut interrompre le déroulement du programme en passant à une "Exécution pas à pas".

La séquence en cours est exécutée jusqu'à sa fin.

Le programme n'est arrêté qu'une fois la séquence en cours entièrement effectuée.



Pour poursuivre l'usinage, il faut lancer les séquences une à une ou activer "Exécution de programme en continu".

Arrêt d'urgence

En cas de danger, on peut mettre la machine hors service en appuyant sur le bouton poussoir d'ARRET D'URGENCE.

La commande transmet alors le message suivant:
ARRET EXTERNE.

Pour poursuivre l'usinage, il faut débloquer le bouton poussoir d'ARRET D'URGENCE activé en effectuant une rotation dans le sens horaire. Puis:

1. remédier à l'origine du problème
2. remettre la commande sous tension
3. effacer le message ARRET D'URGENCE EXTERNE en activant la touche CE
4. l'exécution de programme doit être relancée à partir du début.



Exécution de programme
Contrôle/modification des paramètres Q



Paramètres Q

La valeur des paramètres Q peut le cas échéant être contrôlée voire modifiée.

Interruption d'exécution de programme

STOP (touche externe)	Arrêter le déroulement du programme en appuyant sur la touche externe STOP.
STOP	Interrompre le déroulement du programme.

Contrôle des paramètres

Q □ ENT	Sélectionner le paramètre de votre choix et contrôler.

Modification des paramètres

ENT	Sortir de l'affichage des paramètres Q ou
□ ENT	modifier et confirmer les paramètres.

Exécution de programme
Usinage et programmation



Programmation pendant l'usinage

Tandis qu'un programme d'usinage est exécuté dans le mode de fonctionnement "Exécution de programme en continu", un **autre** programme peut **simultanément** être, soit édité, soit transmis à partir de l'interface V.24/RS-232 dans le mode de fonctionnement "Mémorisation".
Ce fonctionnement en parallèle est tout particulièrement recommandé pour les programmes longs ne nécessitant que rarement l'intervention de l'utilisateur, alors que d'autres données sont transmises simultanément, ou en cas de modifications de programme peu importantes.

Le programme en cours ne peut en aucun cas être modifié.

Lancement du programme d'usinage

Mode de fonctionnement

Ouverture de dialogue

NUMERO DE PROGRAMME =	Sélectionner le programme d'usinage.

Lancer l'usinage.

Mode de fonctionnement en parallèle: mémorisation

Mode de fonctionnement



Sélectionner et éditer le programme

ou

transmission d'un programme donné à partir de l'interface V.24/RS-232-C

Représentation à l'écran

En mode parallèle, l'écran est divisé en deux parties.
Dans la partie supérieure est affiché le programme qui sera édité.
Dans la partie inférieure est affiché le programme en cours d'usinage avec son numéro. Figurent également le numéro de la séquence en cours ainsi que l'affichage d'état actuel.

Sortie du mode de fonctionnement en parallèle

Mode de fonctionnement

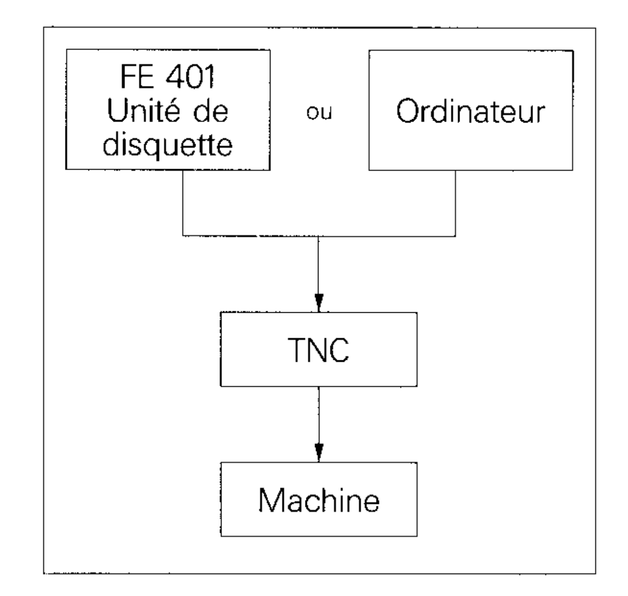
Après avoir appuyé sur la touche "Exécution de programme en continu", on sort du mode de fonctionnement en parallèle.

Exécution de programme Transmission bloc à bloc (Rechargement)



Travailler à partir de la mémoire externe

Les interfaces de données en série V.24/RS-232-C voire V.11/RS-422 permettent de transmettre des programmes d'usinage "bloc à bloc" à partir d'un ordinateur externe, d'une mémoire ou de l'unité FE dans le mode de fonctionnement "Exécution de programme pas à pas" ou "Exécution de programme en continu". Il est donc possible d'exécuter des programmes d'usinage qui dépassent la capacité de mémoire de la commande.

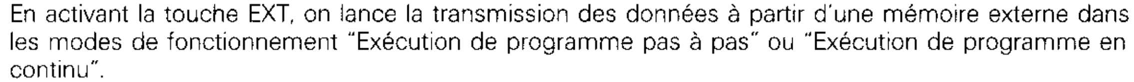


Interface de données

L'interface de données peut être programmée à partir des paramètres machine (voir chapitre Z Transmission de données externe).

Le mode de fonctionnement de l'interface de données V.24 de la TNC doit être sélectionné (transmission externe ou mise en service de l'unité logique FE).

Constitution de programme



Seuls les programmes linéaires peuvent faire l'objet d'une transmission "bloc à bloc".

- ce qui n'est pas le cas des appels de programme voire de sous-programmes, des répétitions de parties de programme et de certains sauts de programme.
- Seul l'outil défini en dernier lieu peut être appelé (exception: recours à la mémoire centrale d'outils).

Numéro de séquence

Le programme devant faire l'objet d'une transmission peut compter des séquences dont les numéros respectifs sont supérieurs à 999.

Il n'est pas nécessaire que les séquences soient numérotées en continu; toutefois, le numéro de séquence ne doit pas dépasser le chiffre 65534.

Pour les programmes en Texte clair, les numéros de séquence importants sont affichés sur deux lignes.

Lancer la "transmission bloc à bloc"

START

En activant la touche EXT, on lance la transmission des données à partir d'une mémoire externe dans les modes de fonctionnement "Exécution de programme pas à pas" ou "Exécution de programme en continu".

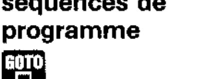
La commande mémorise les séquences de programme transmises dans une mémoire disponible et interrompt la transmission des données lorsqu'il y a dépassement de capacité de mémoire.

L'écran n'affiche pas de séquence jusqu'à ce que la mémoire disponible soit remplie ou que le programme soit transmis dans son intégralité.

L'exécution de programme peut être lancée à partir de la touche externe START même si la séquence de programme n'est pas affichée.

Pour ne pas interrompre inutilement l'exécution de programme après l'avoir lancée, il faut veiller à ce que soit déjà mémorisé un nombre assez important de séquences de programme comme tampons. Aussi est-il préférable d'attendre jusqu'à ce que la mémoire disponible soit remplie.

Les séquences de programme sont systématiquement effacées de la mémoire externe après avoir été appelées puis exécutées.



Passer outre des séquences de programme



Si on appuie en mode de fonctionnement "Transmission bloc à bloc" sur la touche "GOTO □" en introduisant ensuite un numéro de séquence, toutes les séquences précédant ce numéro sont ignorées.



Notice



Modes de fonctionnement Programmation (P)





Modes de fonctionnement Programmation



CYCL DEF CYCL CALL Cycles standard

CYCL DEF Conversion du système de coordonnées

CYCL DEF Autres cycles

CYCL DEF CYCL CALL

Q Q DEF Programmation paramétrée

• Fonction décrite pour la première fois dans ce catalogue

Modes de fonctionnement Programmation



● Fonction décrite pour la première fois dans ce catalogue

Programmation par dialogue
Principe



Introduction

Tandis que sur les machines outils conventionnelles, l'opérateur était obligé d'effectuer chacune des opérations d'usinage, la commande numérique se charge dorénavant de calculer la course de l'outil, de coordonner l'avance respective des chariots de la machine et de contrôler en permanence la vitesse de rotation broche.

La commande détient ses informations d'un programme préalablement introduit par l'opérateur.

L'usinage d'une pièce est décrit dans un programme donné.

Ce programme correspond à un plan de travail.

Programmer signifie donc créer et introduire un plan de travail sous une forme donnée et compréhensible par la commande.

Début de programme
Définition de la pièce brute

Définition et appel d'outil
Aborder la position de changement d'outil

Aborder le contour de la pièce
Usiner le contour de la pièce
Quitter le contour de la pièce

Aborder la position de changement d'outil

Fin de programme

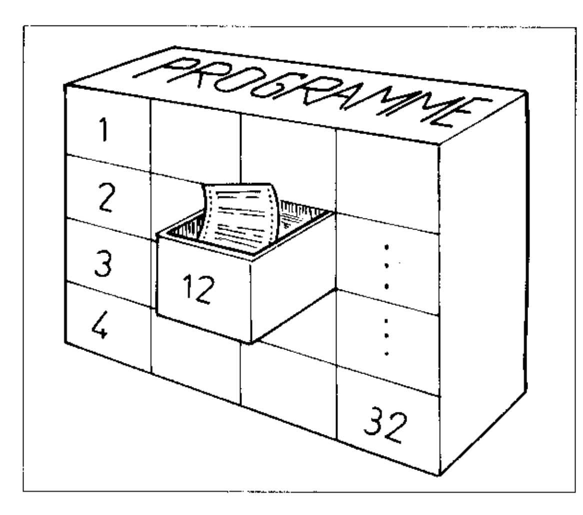
Schéma de programme

Programmes

La commande peut comprendre jusqu'à 32 programmes (HEIDENHAIN et DIN/ISO), soit 3100 séquences.

Un programme d'usinage peut compter 1000 séquences max.

Chaque programme d'usinage porte un nom donné.



Commutation entre programmation en dialogue HEIDENHAIN ou en DIN/ISO

La commutation de la commande en dialogue Texte clair HEIDENHAIN ou en DIN/ISO est réalisée au moyen des fonctions MOD (cf. Chapitre Informations complémentaires, fonctions MOD, Mémorisation de programme).

Un programme est composé de séquences.

Séquence

Chaque séquence correspond à une opération d'usinage, par ex.:
L X+20 Y+30 Z+50 R0 F1000 M03.

Numéro de séquences

Le numéro de séquence caractérise une séquence d'un programme d'usinage donné. La commande attribue un numéro à chaque séquence.

Mot

Une séquence est composée de mots, par ex.: X+20;

Adresse Valeur

Chaque mot est lui même composé d'une lettre d'adresse, par ex. X et d'une valeur numérique, par ex. +20.

Signification des abréviations mentionnées ci-dessus:

L = interpolation linéaire
X, Y, Z = coordonnées
R0 = pas de correction du rayon d'outil
F = avance
M = fonction auxiliaire

7	L	Z–20	R0 FMAX	M03
8	L	X–12	Y+60 R0 FMAX	
9	L	X+20	Y+60 RR F40	
10	RND	R+5	F20	
11	L	X+50	Y+20 RR F40	
12	CC	X–10	Y+80	
13	C	X+70	Y+51,715 DR+ RR	



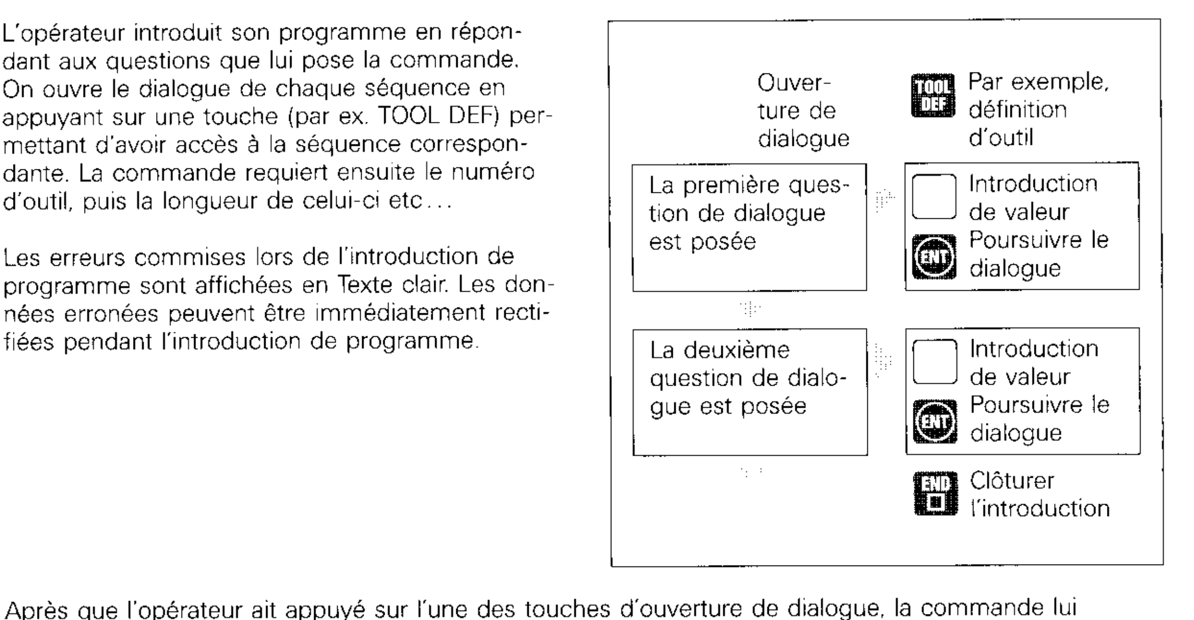
Programmation par dialogue
Répondre aux questions de dialogue



Principe du dialogue

L'opérateur introduit son programme en répondant aux questions que lui pose la commande. On ouvre le dialogue de chaque séquence en appuyant sur une touche (par ex. TOOL DEF) permettant d'avoir accès à la séquence correspondante. La commande requiert ensuite le numéro d'outil, puis la longueur de celui-ci etc...

Les erreurs commises lors de l'introduction de programme sont affichées en Texte clair. Les données erronées peuvent être immédiatement rectifiées pendant l'introduction de programme.



Répondre aux questions de dialogue/ poursuivre le dialogue



Après que l'opérateur ait appuyé sur l'une des touches d'ouverture de dialogue, la commande lui demande les données dont elle a besoin. Il faut par principe répondre à chacune des questions posées. La réponse figure à l'écran dans un champ clair. La réponse donnée est prise en compte dans le dialogue après actionnement de la touche ENT. "ENT" correspond à l'abréviation du mot anglais ENTER, soit prendre en compte, mémoriser. La commande pose alors la question suivante.

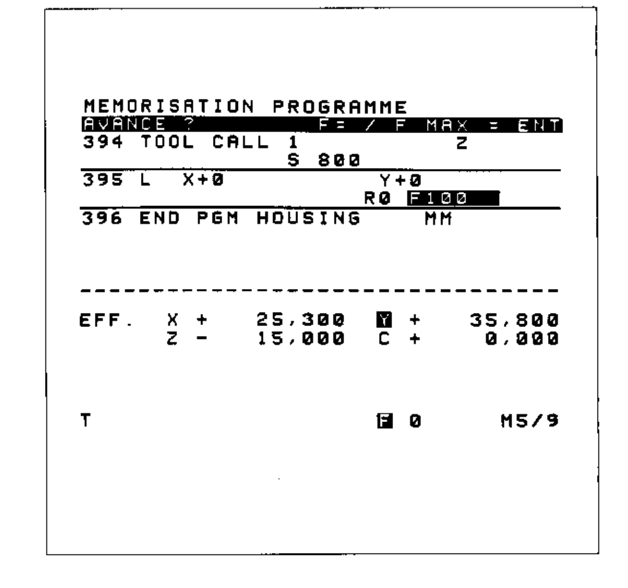
Passer outre certaines questions de dialogue



Si certaines données sont identiques d'une séquence à l'autre (par ex. l'avance ou la vitesse de rotation broche), il n'est pas nécessaire de répondre aux questions posées. L'opérateur passe outre en activant la touche "NO ENT".

De même, certaines données figurant dans le champ clair ou des valeurs déjà mémorisées dans le programme peuvent être effacées à partir de la touche "NO ENT". Apparaît alors à l'écran la question de dialogue suivante.

Lors de l'exécution du programme, la commande tient compte des valeurs préalablement programmées sous l'adresse correspondante.



Clôture de séquence



Après que l'opérateur ait introduit dans la séquence toutes le données requises, il peut directement clôturer celle-ci à l'aide de la touche "END □".

La commande mémorise la données introduites et ne pose plus de questions dans le cadre de cette séquence. Les données qui ne sont pas reprogrammées dans une séquence définie restent identiques à celles définies dans la séquence précédente. Par ailleurs, divers processus (par ex. "Lire le programme") peuvent être également interrompus à partir de cette touche.

Introduction de valeur numérique

Pour introduire les valeurs numériques, l'opérateur utilise le clavier numérique et la touche correspondant au signe algébrique. Les paramètres machine déterminent si ces valeurs doivent figurer avec une virgule ou un point décimal. Il est inutile d'introduire les zéros susceptibles de précéder ou de suivre la valeur numérique. Le signe algébrique peut être introduit avant, pendant ou après l'introduction de valeur numérique.

Programmation par dialogue
Edition



Edition

Editer signifie introduire, modifier, compléter et contrôler un programme.

Les fonctions d'édition facilitent la sélection et la modification de séquences et mots de programme; elles sont activées sur simple actionnement de touche.

Sélection de séquence



La séquence en cours est caractérisée par sa surbrillance.

La touche GOTO □ permet d'aller directement à une séquence donnée.

Le symbole □ figurant sur les touches signifie "Séquence de programme".

Ouverture de dialogue 

GOTO: NUMERO =	 Introduire et prendre en compte le numéro de séquence.

Parcourir rapidement le programme



Touches avec flèches verticales:

Sélection du numéro de séquence précédant ou suivant la séquence en cours.

En maintenant le doigt sur la touche, on fait défiler les lignes du programme.

Insérer une séquence

On peut insérer une séquence à un endroit quelconque du programme. Il suffit d'appeler la séquence à la suite de laquelle la nouvelle séquence doit être insérée. Les numéros de séquence suivants sont automatiquement décalés.

Si on dépasse la capacité de mémoire, on obtient au moment de l'ouverture du dialogue le message d'erreur suivant:

DEPASSEMENT MEMOIRE PROGRAMME.

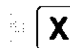
Ce message d'erreur apparaît également lorsque Fin de programme est sélectionné (Séquence PGM FIN). Il faut dans ce cas sélectionner un numéro de séquence inférieur.

Modification de donnée

Touches avec flèches horizontales:

Le champ clair est décalé et positionné à l'aide des deux touches en question sur la donnée à modifier.

Une donnée de séquence de programme doit être modifiée.	 Se positionner sur la donnée à modifier.

Apparaît alors dans le champ clair la question de dialogue relative à la donnée concernée, par ex. COORDONNEES ?	 Modifier la donnée.

Si une autre donnée doit être modifiée:	  Positionner le champ clair sur la donnée à modifier.
Si toutes les corrections ont été effectuées:	 Prendre en compte la séquence (ou faire disparaître de l'écran le champ clair en le déplaçant vers la droite ou vers la gauche à l'aide des touches fléchées).



Parcourir certaines adresses

Les touches avec flèches verticales permettent de trouver à l'intérieur d'un programme certaines séquences contenant une adresse donnée.

Le champ clair est positionné à l'aide des touches avec flèches horizontales sur le mot recherché, à la suite de quoi on parcourt l'ensemble du programme à l'aide des touches avec flèches verticales en s'arrêtant automatiquement sur l'adresse concernée à chaque fois qu'elle se présente. Seules sont affichées les séquences présentant l'adresse recherchée.

Exemple

Toutes les séquences présentant l'adresse M doivent être affichées:	↓ ↑	Sélectionner une séquence présentant l'adresse recherchée.
	→	Positionner le champ clair sur un mot avec l'adresse recherchée.
FONCTION AUXILIAIRE M ?	↓ ↑	Appeler les séquences avec l'adresse recherchée.

Programmation par dialogue
Edition/fonctions d'effacement



Effacer un programme

La touche **"CLEAR PROGRAM"** (effacer programme) permet d'ouvrir le dialogue pour effacer un programme donné.

Ouverture de dialogue 

EFFACER = ENT/FIN = NOENT	
Un programme doit être effacé:	 ou GOTO □ sélectionner un nom de programme.  effacer le programme.
Ne pas effacer le programme:	

Effacer une séquence



La touche **"DEL □"** (Delete block = effacer séquence) permet d'effacer la séquence en cours.

La séquence à effacer est sélectionnée avec **"GOTO □"** ou à l'aide d'une touche fléchée.

Il faut se trouver dans le mode de fonctionnement "MEMORISATION" pour pouvoir effacer des séquences de programme.

Après avoir effacé la séquence, celle initialement juste après prend sa place et les numéros de séquence suivants sont automatiquement corrigés.

La séquence de programme en cours doit être effacée:	 Effacer la séquence.

Effacer une partie de programme

Pour effacer une partie de programme, on appelle la dernière séquence de la partie en question.

Puis on active la touche **"DEL □"** à plusieurs reprises jusqu'à ce que soient effacées toutes les séquences de la définition voire de la partie de programme.

Effacer des valeurs numériques, des messages d'erreur



Les valeurs numériques introduites peuvent être effacées au moyen de la touche CE: un zéro figure alors dans le champ clair.

De même les messages d'erreur qui ne clignotent pas peuvent être effacés à partir de la touche CE.



La valeur numérique et l'adresse sont complètement effacées avec "NO ENT".



Sélection de programme
Ouverture de programme
Sélection de programme existant déjà





On sélectionne un programme mémorisé en activant la touche "PGM-NAME" (Programm name = nom de programme).
A l'écran apparaît un tableau comportant tous les programmes mémorisés dans la TNC en dialogue HEIDENHAIN ou en DIN/ISO. Le numéro de programme dernièrement sélectionné figure dans le champ clair. A la suite de chaque numéro de programme est précisée la longueur du programme en nombre d'octets. Les programmes en DIN/ISO sont reconnaissables au fait qu'ISO soit indiqué derrière chaque numéro de programme.
On sélectionne un programme soit
- en appuyant sur les touches fléchées

soit
- en introduisant le numéro qui lui correspond.

Si le numéro de programme n'est pas encore mémorisé dans la TNC, on ouvre alors un autre programme.

```
CHOIX DE PROGRAMME
NUMERO DE PROGRAMME =
       5301 ISO 116
       5302     5526
       5586     7164
       7569     36
      99992     144

---------------------------------

EFF.  X +   25,300   Y +   35,800
      Z -   15,000   C +    0,000

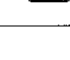

T                    0      MS/9
```

Ouverture de programme



Suivant le type de programmation, on peut ouvrir des programmes par dialogue HEIDENHAIN ou des programmes DIN/ISO (voir chapitre Informations complémentaires, Fonctions MOD, mémorisation de programme).

Ouverture de dialogue 

SELECTION DE PROGRAMME		
NUMERO DE PROGRAMME =		introduire le numéro de programme (8 chiffres max.) prise en compte
MM = ENT / INCH = NO ENT		pour cotes en mm ou
		pour cotes en inch (pouce).

Exemple d'affichage

0 BEGIN PGM 96231 MM
1 END PGM 96231 MM

Sélection de programme

Tous les programmes disponibles (HEIDENHAIN ou DIN/ISO) peuvent être, indépendamment du type de programmation sélectionné, édités, représentés par voie graphique et exécutés.

Ouverture de dialogue 

SELECTION DE PROGRAMME		
NUMERO DE PROGRAMME =		positionner le champ clair sur le numéro de programme requis
	ou	
		introduire le numéro de programme.

Exemple d'affichage

0 BEGIN PGM 7645 MM
1 BLK FORM Z X+0
Y+0 Z–40
2 BLK FORM X+100
Y+100 Z+0



Sélection de programme
Protection de programme



Protection contre l'édition

Une fois le programme créé, on peut introduire une protection contre l'effacement voire l'édition.

Un P figure alors en début et en fin de programme (P pour "protection").

Les programmes protégés peuvent être exécutés et lus, mais ils ne peuvent en aucun cas être modifiés.

Un programme protégé peut être effacé voire modifié à condition que la protection ait été préalablement supprimée. Pour ce faire, sélectionner le programme et introduire le code **86357.**

Activer la protection contre l'édition

Ouverture de dialogue — PGM NR

Affichage	Touche	Action
NOM DE PROGRAMME =	☐ ENT	Introduire le nom du programme et prendre en compte.
0 BEGIN PGM 22 MM	→	Appuyer sur la touche jusqu'à ce que s'affiche la question de dialogue "Protection PGM".
PROTECTION PGM ?	ENT	Protéger le programme.
0 BEGIN PGM 22 MM P	→	La protection contre l'effacement et l'édition est programmée. En fin de ligne figure un P.

Supprimer la protection contre l'édition

Ouverture de dialogue — PGM NR

Affichage	Touche	Action
NOM DE PROGRAMME =	☐ ENT	Appeler par son nom le programme pour lequel la protection contre l'édition et l'effacement doit être supprimée.
0 BEGIN PGM 22 MM P	MOD	Sélectionner le mode de fonctionnement supplémentaire.
CARACTERES LIBRES 148330	↑	Sélectionner la fonction MOD "Code".

Code 86357

Affichage	Touche	Action
CODE =	☐	Introduire le code **86357**.
0 BEGIN PGM 22 MM	ENT	La protection contre l'effacement et l'édition est supprimée. Le P caractérisant la protection disparaît.



Sélection de programme
Description de la pièce brute

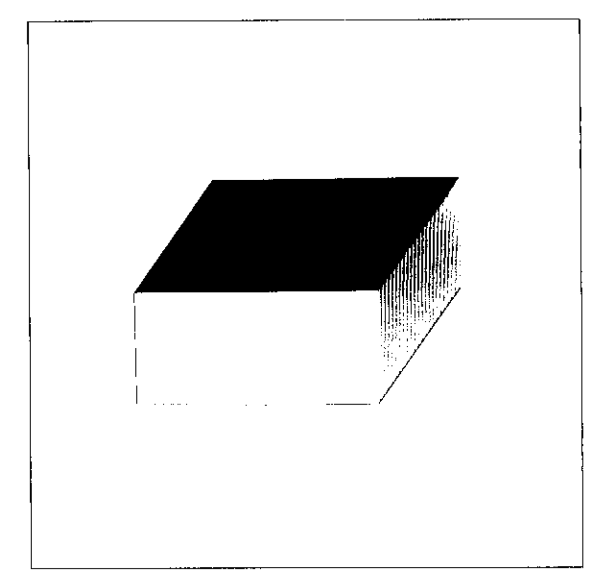


Graphisme de test Pour simuler par voie graphique à l'écran un programme d'usinage, il faut, au moment de la programmation, définir la pièce brute.

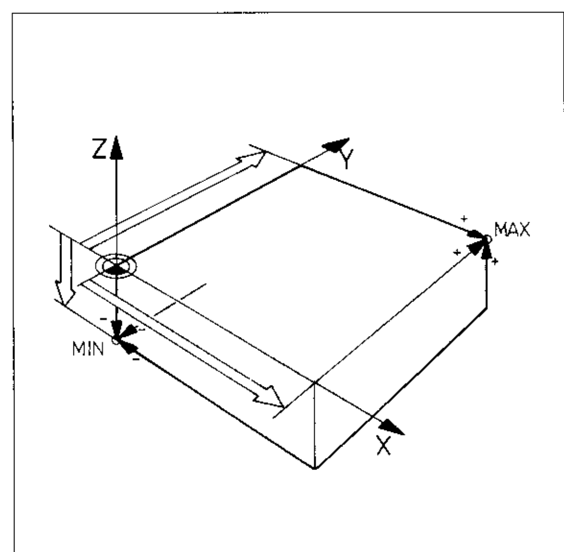
Pièce brute Il faut introduire en début de programme les dimensions de la pièce brute (BLK FORM = BLANK FORM) afin de pouvoir disposer par la suite de représentations graphiques.

La pièce brute doit être introduite lors de la création du programme sous forme de bloc parallélipipédique.

Dimensions max.:
14000 x 14000 x 14000 mm.

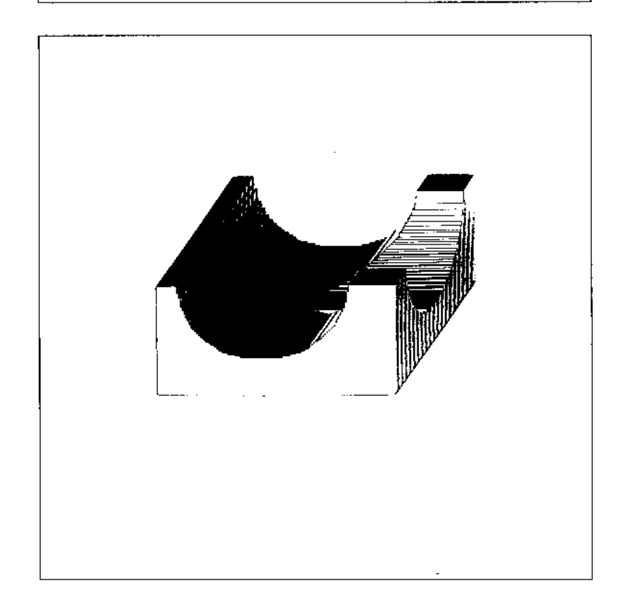


Point minimal Point maximal Pour définir le bloc parallélipipédique, il suffit d'introduire deux coins.
Ils correspondent au point minimal **(MIN)** et au point maximal **(MAX)**, soit aux points de coordonnées "minimales" et "maximales".
MIN ne peut être introduit qu'en valeur absolue tandis que MAX peut être indiqué en valeur absolue ou incrémentale.
Les dimensions de la pièce brute sont mémorisées dans le programme d'usinage correspondant et sont donc disponibles dès que l'on appelle celui-ci.



Représentation graphique L'usinage peut être simulé suivant les trois axes principaux tout en conservant le même axe d'outil.

Forme de l'outil L'usinage est simulé par graphisme avec un outil cylindrique.
Si on utilise des outils de formage, il convient donc d'interpréter selon la représentation graphique.





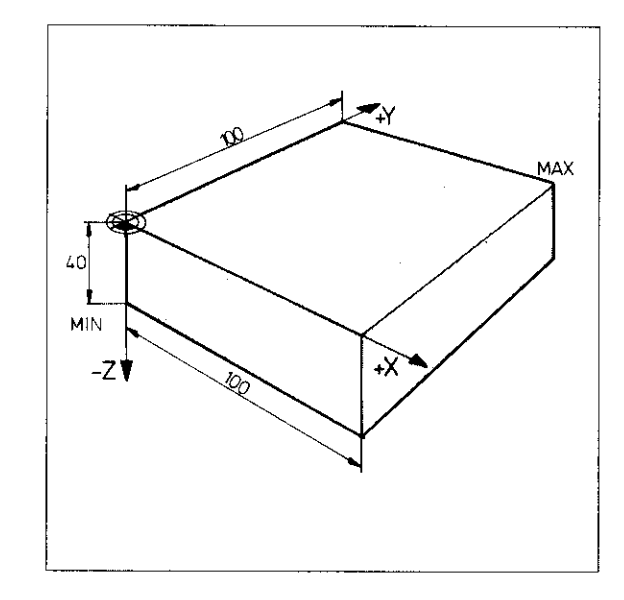
Sélection de programme
Description de la pièce brute



Exemple

La point **MIN** a pour coordonnées X0, Y0 et Z–40.

Le point **MAX** a pour coordonnées X100, Y100 et Z0.





pour définir une pièce brute, il faut choisir un programme dans le mode de fonctionnement "Mémorisation".

Introduction des extrémités du parallélépipède

Ouverture de dialogue BLK FORM

AXE BROCHE PARALLELE X/Y/Z ?	Z introduire l'axe broche, par ex. Z.

MIN

DEF BLK FORM: POINT MIN. ?	0 ENT	coordonnée en X
	0 ENT	coordonnée en Y
	+/– 4 0 ENT	coordonnée en Z

MAX

DEF BLK FORM: POINT MAX. ?	1 0 0 ENT	coordonnée en X
	1 0 0 ENT	coordonnée en Y
	0 ENT	coordonnée en Z

Exemple d'affichage

1 BLK FORM 0.1 Z X+0
Y+0 Z–15

2 BLK FORM 0.2 X+100
Y+100 Z+0

Messages d'erreur

DEFINITION BLK FORM INCORRECT
Les point MIN et MAX sont mal définis ou la pièce brute a été définie plus d'une fois dans le programme ou différence trop importante entre les longueurs des côtés de la pièce brute.

PARTIE DE PGM NON REPRESENTABLE
axe broche programmé incorrect.

Définition d'outil
Définition d'outil dans le programme d'usinage



Définition d'outil



Pour que la commande puisse calculer la trajectoire de l'outil à partir du contour de la pièce, il faut introduire la longueur et le rayon de l'outil.

Ces données sont programmées dans la définition d'outil (en anglais "Tool définition").

Un paramètre machine donné détermine si les outils sont définis dans le programme d'usinage lui même (définition locale) ou s'ils sont définis dans le programme 0 (mémoire d'outils centrale).

```
MEMORISATION PROGRAMME
2    BLK FORM 0.2          X+100
         Y+100             Z+0
3    TOOL DEF 1            L+0
                           R+15
4    TOOL CALL 1                Z
              S 2500
5    L  Z+50
                      R0 F MAX  M03
-----------------------------------
EFF.  X +   25,300  Y +    35,800
      Z -   15,000  C +     0,000

T                     F 0      M5/9
```

Numéro d'outil

Les valeurs de correction sont respectivement rapportées à un outil donné, désigné par un numéro.

Numéros d'outils possibles:

Avec changement d'outil automatique voire dans le programme 0: 1 – 99
Sans changement d'outil automatique voire dans le programme d'usinage: 1 – 254.

Définition d'outil dans le programme d'usinage

Au cas où la mémoire centrale d'outils ne serait pas activée (Programme 0), il faut définir les outils prévus pour l'usinage d'une pièce donnée dans le programme correspondant.

Un rapide coup d'oeil sur le masque de programmation vous permet de prendre connaissance des dimensions de l'outil.

Introduction

Ouverture de dialogue 

NUMERO D'OUTIL ?	 Introduire le numéro d'outil. Le numéro d'outil 0 ne peut être défini dans TOOL DEF. L'outil 0 est défini dans la commande comme suit: L = 0 et R = 0.
LONGUEUR D'OUTIL L ?	 Introduire la longueur d'outil voire la valeur différentielle par rapport à l'outil zéro.
RAYON D'OUTIL R ?	 Introduire le rayon d'outil.

Définition d'outil
Définition d'outil dans le programme 0



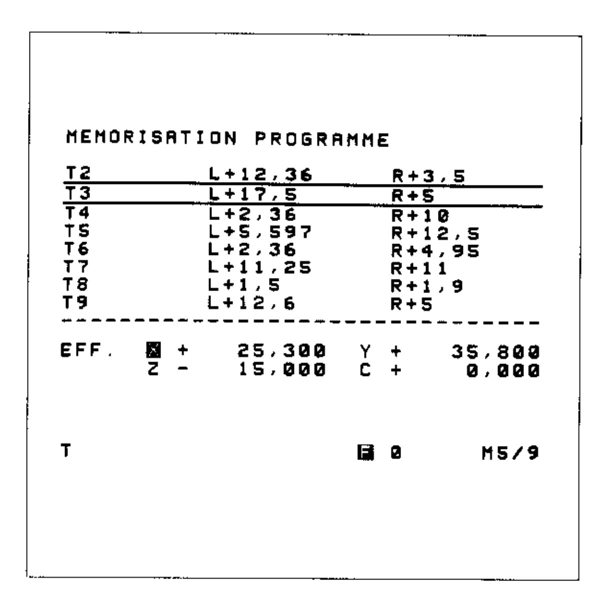
Mémoire centrale d'outils

Au cas où la mémoire centrale d'outils est activée à partir des paramètres machine (programme 0), les outils y sont généralement définis.

Il suffit alors de les appeler, quel que soit le programme d'usinage.

La mémoire centrale d'outils est programmée, modifiée et envoyée à l'impression en mode de fonctionnement "Mémorisation". Par ailleurs, il faut rester dans ce même mode pour prendre connaissance de tous les outils enregistrés.

On peut mémoriser 99 outils. Chacun d'entre eux est programmé avec son numéro, sa longueur et sa place. L'outil 0 doit être défini comme suit: L = 0 et R = 0.



Exemple d'introduction

L'outil 3 doit être défini selon les données suivantes: L = 5, R = 7

Ouverture de dialogue 

NOM DE PROGRAMME =	0 	Sélection de la mémoire centrale d'outils.
BEGIN TOOL MM	  3 ENT	Sélection d'outil.
T3 L0 R0	 5	Introduire la longueur.
	→ 7 END	Introduire le rayon.

Changeur d'outils avec place de codage flexible

Sur les machines avec magasin d'outils et places de codage flexibles, les outils peuvent être ramenés à une autre place de magasin que leur place initiale.

La commande mémorise le numéro d'outil correspondant à un numéro de place donné.

"TOOL DEF" remplit ici la fonction de pré-sélection d'outils: l'outil requis est programmé à partir de "TOOL DEF". Dans ce cas précis, seul le numéro d'outil est introduit en réponse à la question de dialogue.

Outils spéciaux

Les outils, qui en raison de leurs dimensions occupent trois places, peuvent être définis en tant qu'outils spéciaux. Un outil spécial revient systématiquement à la place qui lui a été attribuée une fois pour toute.

Programmer en positionnant le champ clair sur la question de dialogue

OUTIL SPECIAL ?

et répondre en actionnant la touche Entrée.

On efface les numéros de place précédant et suivant en y amenant le champ clair et en appuyant sur la touche "NO ENT". A la suite de quoi apparaît à l'écran un astérisque ✱ au lieu du numéro de place.

Si cette fonction est sélectionnée à partir des paramètres machine, "S" s'affiche pour outil spécial et "P" pour numéro de place.

P0 (broche) ou une autre place doit être libre dans le magasin!

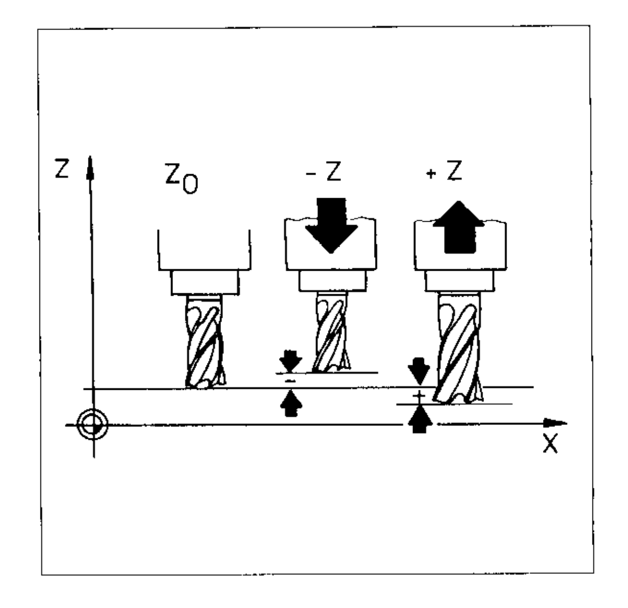
Définition d'outil



Longueur d'outil L

On compense la longueur d'outil en décalant une fois pour toute l'axe de broche. Le décalage de l'axe de broche correspond à la valeur de correction linéaire de l'outil.

La correction est active après l'appel d'outil et le déplacement de l'axe d'outil.
Elle prend fin avec l'appel de T0 ou d'un autre outil.



Outil zéro

L'outil zéro permet de définir le plan zéro (Zo): il sert ainsi d'origine et a pour longueur 0. On l'appelle donc l'"outil zéro".

La valeur de correction de longueur d'outil peut être calculée soit sur la machine soit sur un appareil de préréglage.

Si la valeur de correction est définie sur la machine, il faut d'abord définir le point zéro pièce.

Différences de longueur

Bei Ermittlung der Korrekturwerte auf der Maschine dient das sogenannte Nullwerkzeug als Bezug:

Les valeurs de correction –Z et +Z des autres outils sont calculées par rapport à cet outil zéro.

Si un outil est plus **court** que l'outil zéro, sa valeur de correction sera **négative.**
Si un outil est plus **long** que l'outil zéro, sa valeur de correction sera **positive.**

Outils pré-réglés

Si on utilise un appareil de pré-réglage, toutes les longueurs d'outils sont déjà connues. Les valeurs de correction sont introduites suivant une liste indiquant toutes les longueurs totales avec le signe requis.

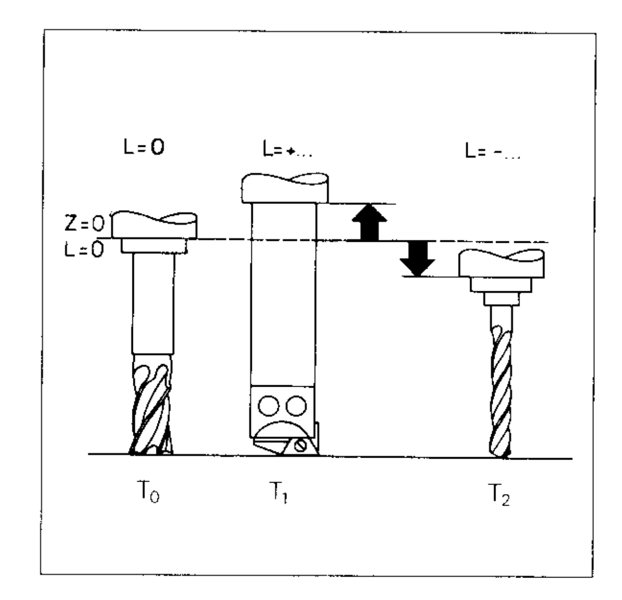
 

Définition d'outil
Prise en compte de longueurs d'outil

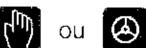
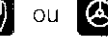


La prise en compte de position permet de définir rapidement et facilement les longueurs d'outil.

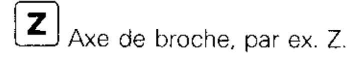
1. On amène l'outil zéro sur la surface de la pièce à usiner en initialisant à zéro l'axe de la broche.
2. Puis l'outil ② ou ③ est amené sur la surface de la pièce.
3. Prendre en compte dans cette position l'affichage de l'axe de la broche dans la définition de longueur d'outil. On obtient ainsi la valeur de correction de longueur par rapport à l'outil zéro.



Introduction

Mode de fonctionnement  ou 

 Amener l'outil zéro sur la surface de la pièce.

Ouverture de dialogue  Axe de broche, par ex. Z.

INITIALISATION DU POINT D'ORIGINE	  Remise à zéro de l'affichage.

   Amener l'outil ② ou ③ de la même façon sur la surface de la pièce.

Mode de fonctionnement 

Soit
1. Appeler une définition d'outil dans un programme donné et ouvrir le dialogue "LONGUEUR D'OUTIL L ?"

Soit
2. Sélectionner l'outil dans la mémoire centrale d'outils et ouvrir le dialogue "LONGUEUR D'OUTIL L ?".

LONGUEUR D'OUTIL L ?	Z Sélectionner l'axe de broche pour prendre en compte la longueur d'outil.  Prendre en compte la valeur de correction de longueur.

 RAYON D'OUTIL R ?	 Introduire le rayon.



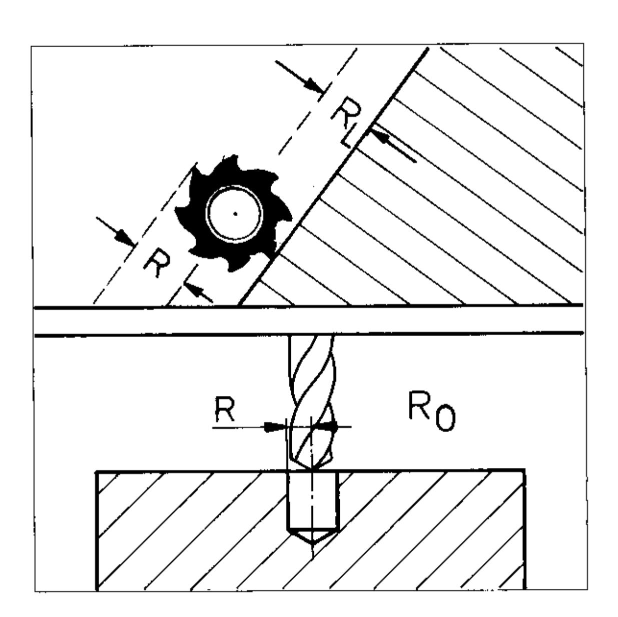
Définition d'outil
Rayon d'outil



Rayon d'outil R

Le rayon d'outil introduit est positif (excepté la valeur de correction de rayon lors de la programmation par apprentissage).

Si un programme d'usinage doit être contrôlé au moyen de la représentation graphique, il faut que le rayon d'outil soit indiqué.



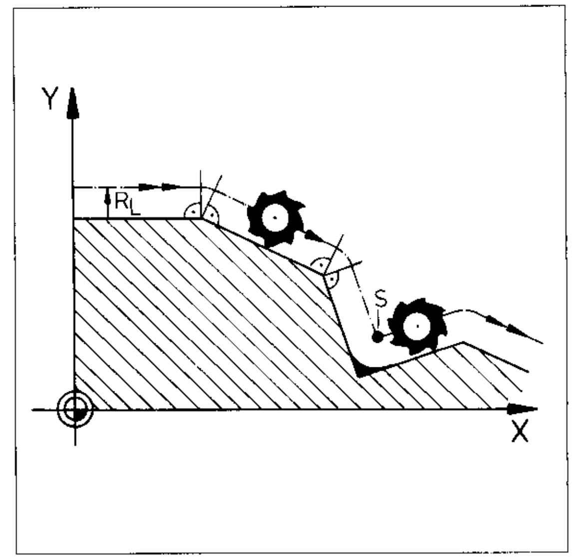
Correction de rayon d'outil

Les perçages sont généralement programmés sans valeur de correction de rayon (R0), alors que les fraisages sont le plus souvent programmés avec valeur de correction de rayon (R_L/R_R).

La correction est active après l'appel d'outil, après la programmation de R_L ou R_R dans une séquence de positionnement (L, C etc...) et un déplacement dans le plan d'interpolation.

Elle prend fin dès qu'une séquence de positionnement est introduite avec R0.

Si on déplace l'outil en tenant compte de la trajectoire de correction, c'est-à-dire en considérant systématiquement le rayon d'outil programmé, on obtient une trajectoire parallèle au contour passant à une distance égale à la valeur du rayon d'outil. L'avance est programmée eu égard à la trajectoire du centre d'outil.



Angles extérieurs

La commande introduit un cercle de transition pour la trajectoire du centre d'outil, lorsque celui-ci contourne un angle extérieur donné de sorte que l'outil redescend à la point de l'angle.

Dans la plupart des cas, l'outil peut ainsi contourner un angle extérieur tout en maintenant la même vitesse de contournage.

Décélération automatique aux angles

Si l'avance programmée pour le cercle de transition est trop élevée, la vitesse de contournage est ramenée à une valeur moindre, d'où un contour plus précis. La valeur limite est programmée dans la commande.

Angles intérieurs

Pour les angles intérieurs, la commande calcule automatiquement le point d'intersection S des deux trajectoires équidistantes, parallèles au contour de la pièce.

On évite ainsi une contre-dépouille du contour au niveau de l'angle intérieur; la pièce n'est pas endommagée.

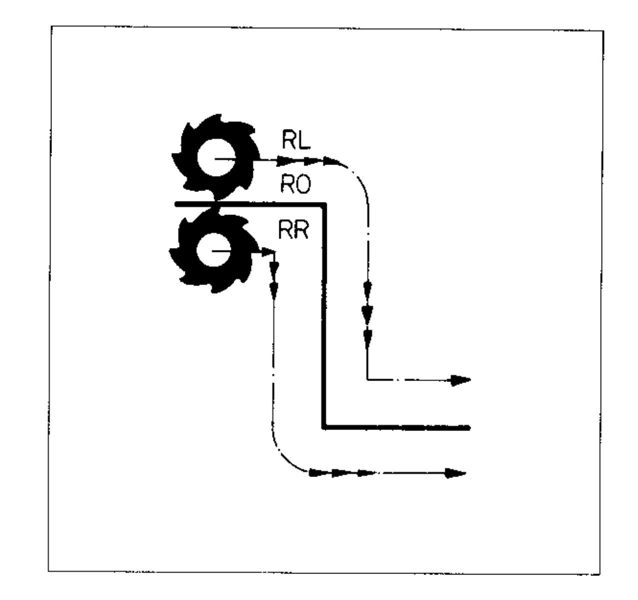
La commande réduit donc les courses de déplacement suivant le rayon d'outil programmé. Le rayon d'outil doit permettre l'usinage de tous les éléments de contour sans exception.



Correction de la trajectoire de la fraise
Introduction de la valeur de correction de rayon RL/RR



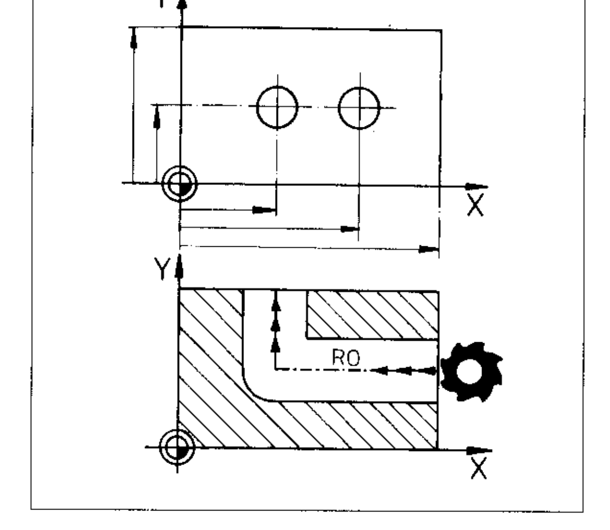
Afin de corriger automatiquement le rayon d'outil – voir séquences TOOL DEF –, la commande doit être informée de la position de l'outil par rapport au contour de la pièce à usiner. En d'autres termes, la commande doit savoir si l'outil se déplace à droite ou à gauche du contour programmé.



RO



Si l'outil doit être amené sur le contour programmé, aucune valeur de correction de rayon ne doit être introduite dans la séquence de positionnement.
Répondre à la question de dialogue
"CORR. RAYON: RL/RR/PAS DE CORR.?"
en appuyant sur la touche "ENT".
A la suite de quoi **RO** est affiché à l'écran.



Programmation de la valeur de correction de rayon

On introduit la valeur de correction de rayon dans les séquences de positionnement (L, C etc...) en activant "RL" ou "RR" en réponse à la question de dialogue
"CORR. RAYON: RL/RR/PAS DE CORR.?"
Pour distinguer la droite de la gauche, on se place dans la position de l'opérateur face à l'écran.

RR

Si l'outil doit se déplacer à droite du contour programmé à une distance correspondant à la valeur de son rayon, il faut dans ce cas appuyer sur la touche "RR".
Affichage à l'écran: **RR**

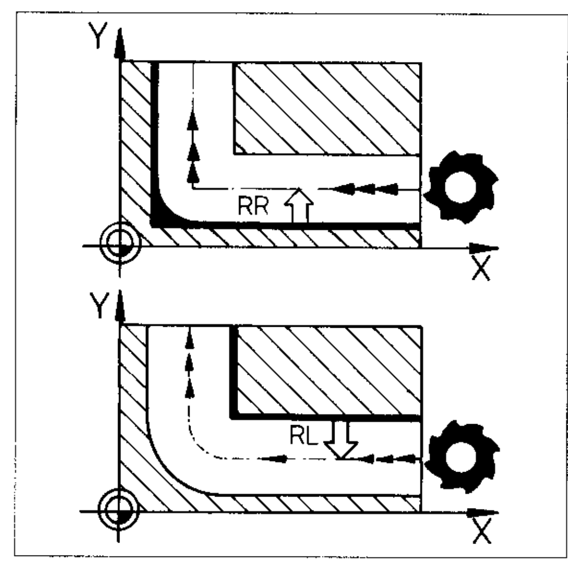
RL

Si l'outil doit se déplacer à gauche du contour programmé à une distance correspondant à la valeur de son rayon, il faut dans ce cas appuyer sur la touche "RL".
Affichage à l'écran: **RL**

R



Au cas où la précédente valeur de correction doit de nouveau être prise en compte (modal), appuyer sur la touche "NO ENT".
Affichage: **R**





Correction de la trajectoire de la fraise
Usiner en tenant compte d'une valeur de correction de rayon



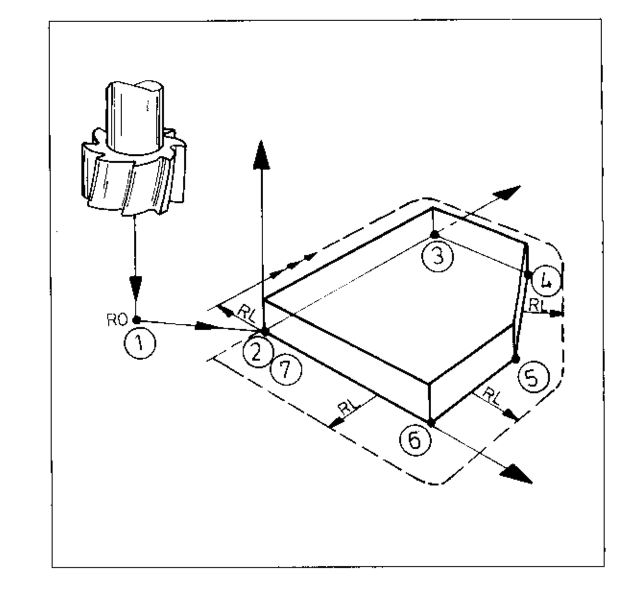
Point de départ RO

Changer l'outil et appeler les valeurs de correction avec "TOOL CALL".

Amener l'outil au point de départ ① en avance rapide.

Amener l'outil suivant l'axe Z sur la surface de la pièce (en cas d'éventuelle collision déplacer d'abord l'outil selon X/Y, puis suivant Z!).
La longueur d'outil se trouve de ce fait corrigée.

La valeur de correction de rayon est nulle lorsqu'on active RO.



1. point de contour RL/RR

Amener l'outil au point de contour ② en tenant compte de la valeur de correction d'outil activée à partir de RR ou RL. Avance peu rapide.

Contour fermé

Programmer les autres points en précisant systématiquement l'avance de la fraise.
Puisque la correction de rayon d'outil RR ou RL est constante, on peut passer outre la question de dialogue en appuyant sur "NO ENT" ou sur "END □".

Dernier point de contour RL/RR

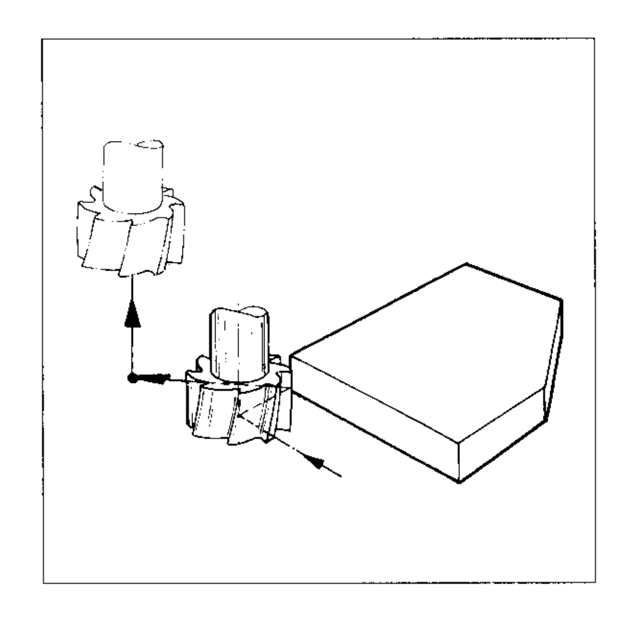
Lorsqu'on usine un contour fermé, le dernier point correspond au premier point programmé. La valeur de correction de rayon est toujours effective.

Point final RO

Pour que l'usinage soit complet, on programme le point final – qui lui n'est pas situé sur le contour de la pièce – en tenant compte de RO (valeur de correction nulle).

Afin de desactiver la valeur de correction de rayon, il convient de ramener l'outil à sa position initiale dans le plan d'usinage: on évite ainsi tout risque de collision.

Retirer ensuite l'outil de l'axe de la broche.





Correction de la trajectoire de la fraise
Correction de rayon R+, R–

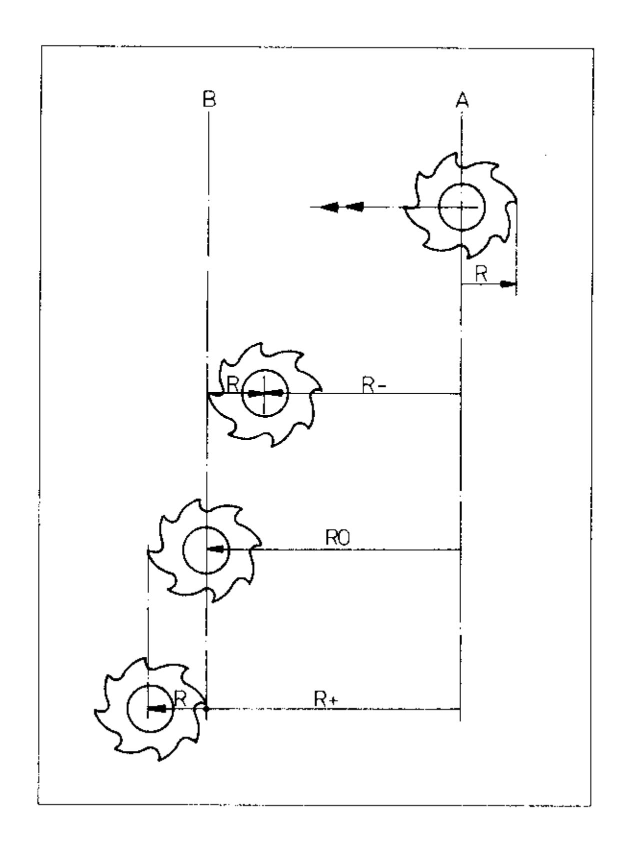


Ouverture de dialogue

X Y ...

En activant "R+" ou "R–", on augmente/réduit les dimensions de la pièce paraxiale en fonction de la valeur de rayon de l'outil.
On simplifie ainsi:
- les positionnements à partir du clavier
- l'usinage paraxial
- le prépositionnement pour le cycle "Rainurage".

On ouvre le dialogue en actionnant les touches d'axe correspondantes, tout comme sur la commande de positionnement point par point TNC 131 ou la commande de déplacement linéaire TNC 135.



Effet



La correction de rayon a pour effet:

- la course de l'outil est réduite en fonction de la valeur du rayon d'outil. Affichage **R-**
- l'outil est amené à la position effective programmée. Affichage **R0**
- la course de l'outil est augmentée en fonction de la valeur du rayon d'outil. Affichage: **R+**

R+ et R– n'interviennent pas au niveau de l'axe de broche.

Exemple

L'outil part de la position X = 0 pour aller à la position X = 46 + valeur de correction de rayon d'outil.
Application:
par exemple, prépositionnement pour le cycle "Rainurage".

Ouverture de dialogue X



POSITION EFFECTIVE ?		
CORR. RAYON: R+/R–/PAS DE CORR. ?	 Affichage: X+46 R+	

Combinaison

L et X

Des séquences non corrigées (par ex. L X+20 R0) et des séquences paraxiales (par ex. X+20 R0 ou X+20 R+) peuvent figurer dans un même programme.
Des séquences de positionnement corrigé (R+/R–) et des séquences de positionnement corrigé en fonction du rayon (RR/RL) ne doivent en aucune façon être introduites les unes à la suite des autres!

Correct:

```
L X+15 Y+20 R0
  Y+50      R0
  X+40      R+
  Y+70      R0
```

Incorrect:

```
L X+15 Y+20 RR
  Y+50      R+
L X+50 Y+57 RR
```

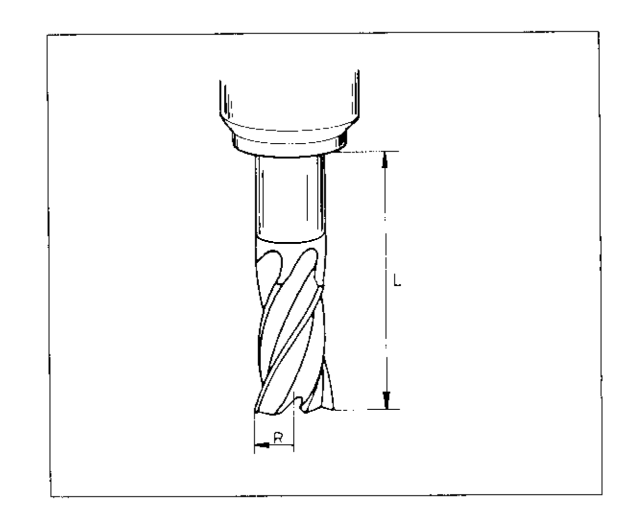


Outils
Appel d'outil



Appel d'outil

TOOL CALL permet d'appeler un nouvel outil ainsi que les valeurs de correction correspondantes.



Axe de broche

Parallèlement au numéro d'outil, il faut préciser l'axe de broche à la commande numérique afin qu'elle tienne compte de la valeur de correction de longueur suivant l'axe requis ou bien encore de la valeur de correction de rayon dans le plan concerné.

Effet de correction

L'axe de broche définit entre autres le plan (par exemple XY) dans lequel s'effectuent les déplacements circulaires. Ce plan correspond également à celui dans lequel s'effectuent les corrections de rayon.

Axe de broche	Valeur de correction de longueur	Valeur de correction de rayon
Z	**Z**	**XY**
Y	Y	ZX
X	X	YZ

Vitesse de rotation broche

Après avoir introduit l'axe de broche, on précise la vitesse de rotation de celle-ci.
Plage d'introduction de la commande: 0 – 99 999 t/min.
Si la vitesse de rotation ne respecte pas les limites de la machine, le message d'erreur
= VITESSE DE ROTATION INCORRECTE = apparaît à l'écran.

Activer la correction

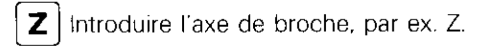
Tout appel d'outil active un processus de correction de longueur.
Celui-ci n'est effectif que lors de la programmation d'axe d'outil qui suivra.
Cette valeur de correction correspond à une valeur différentielle définie dans le programme une fois pour toute.
La valeur de correction de rayon n'est effective que pour une séquence de positionnement où intervient soit "RL" soit "RR".

Fin de correction

Toute séquence "TOOL CALL" désactive l'ancienne valeur de correction de longueur ou de rayon d'outil et appelle les nouvelles valeurs de correction.
Exemple: TOOL CALL 12 Z S 300
De même, la valeur de correction de rayon est désactivée lors de la programmation de "R0" dans toute séquence de positionnement.
Si on introduit uniquement la vitesse de rotation dans "TOOL CALL", les valeurs de correction sont maintenues.
Exemple: TOOL CALL S 300

Appel d'outil

Ouverture de dialogue 

NUMERO D'OUTIL ?	 Introduire le numéro d'outil.

Axe d'outil

AXE D'OUTIL PARALLELE X/Y/Z ?	Z Introduire l'axe de broche, par ex. Z.

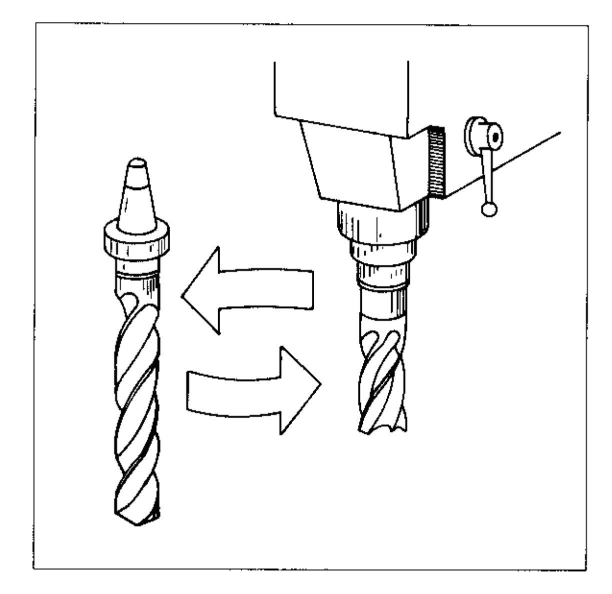
Vitesse de rotation

VITESSE DE ROTATION EN T/MIN ?	 Introduire la vitesse de rotation (t/min).

Outils
Changement d'outil

Position de changement d'outil

Pour changer d'outil, la broche principale doit être arrêtée et l'outil doit être libéré de l'axe de la broche.
Il est encore préférable de dégager les axes du plan d'usinage en introduisant une séquence supplémentaire.



Position de changement définie en fonction de la pièce à usiner

Sans prendre de mesures particulières, l'outil est amené à une position déterminée suivant la pièce.
Exemple: L Z+100 FMAX M06
L'outil est amené à 100 mm de la surface de la pièce dans la mesure où la longueur d'outil 0 ou TOOL CALL 0 a été programmé.



Si une valeur de correction de longueur positive était effective avant d'appeler TOOL CALL 0, la distance par rapport à la pièce se trouve de ce fait réduite, d'où danger de collision.

Position de changement définie en fonction de la machine

Le déplacement vers la position de changement d'outil peut être effectué à partir de M91, M92 ou par un positionnement AP.
Exemple: L Z+100 FMAX M92
(voir coordonnées définies en fonction de la machine M91/M92).

Changement d'outil manuel

Lorsque le changement d'outil s'effectue manuellement, le programme doit être arrêté. C'est la raison pour laquelle il faut interrompre le déroulement du programme en appuyant sur la touche STOP. Si la commande est réglée à partir des paramètres machine, M6 permet, de même, d'arrêter le programme.
Pour relancer celui-ci, actionner la touche externe START.
Il n'est pas impératif d'interrompre le déroulement du programme lorsqu'on programme un appel d'outil dans le seul but de modifier la vitesse de rotation.

```
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+5
4 TOOL DEF 2 L-2,4 R+3
5 TOOL CALL 0 Z
6 L Z+200 R0 FMAX M06
7 TOOL CALL 1 Z S 1000
8 L X+25 Y+30 FMAX
9 L Z+2 FMAX M3
.
.
.
```

Changement d'outil automatique

Le changement d'outil s'effectue à une position déterminée. La commande doit donc amener l'outil à une position de changement définie en fonction de la machine (voir ci-dessus). Le déroulement de programme n'est pas interrompu.

Avance F/Vitesse de rotation S/ Fonctions auxiliaires M



Avance
F

L'avance F (du mot anglais Feedrate), soit la vitesse de déplacement de l'outil suivant un contour donné, est programmée dans les séquences de positionnement en mm/min voire en 0,1 inch/min.
L'avance effective est indiquée dans la fenêtre d'affichage d'état en bas à droite de l'écran.

Potentiomètre d'avance

Le potentiomètre d'avance situé sur le clavier de commande permet de modifier l'avance sur une plage de 0 à 150%. La plage d'action de ce potentiomètre est limitée dans le cycle de taraudage par paramètre machine.

Avance rapide

L'avance max. (avance rapide) admise par la commande numérique correspond à 29998 mm/min, soit 11800 inch/min.

Une vitesse max. est définie pour chaque axe.
L'avance rapide correspond à FMAX ou à la vitesse maximale programmée.
La commande détermine automatiquement les valeurs maximales admissibles.

Il importe d'activer **FMAX** pour chaque séquence de positionnement.



Lorsque l'avance n'a pas été débloquée au niveau de l'interface raccordée à la commande numérique, l'affichage F apparaît sur fond clair et les axes restent immobiles. Prendre dans ce cas contact avec le constructeur de votre machine.

Vitesse de rotation
S



On définit la vitesse de rotation lors de l'appel d'outil "TOOL CALL".

Potentiomètres d'avance

Sur les machines équipées de broche à commande analogique, la vitesse de rotation peut être modifiée de 0 à 150%.

Fonctions auxiliaires
M

On peut programmer des fonctions auxiliaires pour activer des fonctions M (par ex. "Marche broche"), pour guider le déroulement du programme ou pour influer sur le comportement de l'outil. Les fonctions auxiliaires sont composées d'une adresse M et d'un code selon DIN 66025 voire ISO 6983. On peut en principe activer les fonctions de M00 à M99.

Certaines fonctions M sont actives en début de séquence (par ex. Marche broche, rotation à droite), c'est à dire avant qu'il n'y ait déplacement, d'autres par contre ne le sont qu'en fin (par ex. Arrêt broche). Vous trouverez sur la page dépliante une liste des fonctions M et de leur action respective.

Sur une machine donnée, seules peuvent être sélectionnées certaines fonctions M. Le cas échéant, une machine peut disposer d'autres fonctions M qui ne sont pas normalisés ou qui sont définies en fonction de la commande.
En règle générale, les fonctions M sont programmées dans les séquences de positionnement (L, C etc...) mais elles peuvent tout à fait être programmées indépendamment d'un positionnement comme suit:



- touche STOP ou
- Ouvrir le dialogue à partir de la touche "L" et passer outre les questions en activant "NO ENT" jusqu'à l'adresse M.

Arrêt programmable/temporisation



Arrêt de déroulement de programme

STOP

Le déroulement du programme peut être interrompu en activant l'une des fonctions énumérées ci-dessous.
On relance le programme en appuyant sur la touche externe de START.

Ouverture de dialogue — STOP

FONCTION AUXILIAIRE M ?		
Fonction auxiliaire requise:	ENT	Introduire la fonction auxiliaire.
Pas de fonction auxiliaire:	NO ENT	Pas d'introduction.

Exemple

18 STOP M

Le déroulement de programme est interrompu dans la séquence 18.
Pas de fonction auxiliaire.

M02/M30

- Arrêt de déroulement de programme (suivant DIN/ISO) avec arrêt broche et arrêt de projection de liquide réfrigérant.
  Retour à la séquence de programme 1.

M00

- Arrêt de déroulement de programme (suivant DIN/ISO) avec arrêt broche et arrêt de projection de liquide réfrigérant.

M06

- Arrêt de déroulement de programme (suivant DIN/ISO) avec arrêt broche, arrêt de projection de liquide réfrigérant et changement d'outil.

  Arrêt de déroulement de programme n'est possible que s'il a été défini à partir des paramètres machine!

Temporisation

Grâce au cycle 9 "Temporisation", l'exécution de la séquence suivante est retardée dans le déroulement du programme en fonction du temps programmé (voir autres cycles).



Attention!
Dès que la temporisation arrive à échéance, le programme est de nouveau normalement exécuté.

Contours
Introduction



Vous trouverez ci-dessous un exemple de dialogue propre à un déplacement linéaire. Dialogue entre la commande et l'utilisateur lors de l'introduction de séquences de positionnement:

Mode de fonctionnement	Les programmes ne peuvent être introduits qu'en mode "MEMORISATION".
Ouverture de dialogue	Sélection du type de déplacement, par ex. déplacement linéaire.

Exemple

	Introduire le point final du déplacement:
COORDONNEES ?	X Sélectionner l'axe, par ex. X.
	I Incrémental – Absolu ?
	Introduire la valeur numérique avec son signe.
	Y Introduire les autres coordonnées.
	⋮
	ENT Les coordonnées du point final introduites, prendre en compte.

CORR. RAYON: RL/RR/PAS DE CORR. ?	RL RR Introduire le cas échéant la valeur de correction de rayon ou ENT Introduire R0 (pas de correction de rayon).

AVANCE ? F =	ENT Le cas échéant, introduire l'avance ou activer ENT FMAX = avance rapide.

FONCTION AUXILIAIRE M ?	ENT Le cas échéant, introduire la fonction auxiliaire.

Introduction en accéléré

On peut immédiatement clôturer les séquences suivantes en Texte clair en appuyant sur "END □", après avoir, par exemple, introduit les coordonnées du point final.

Dans ce cas, les données dernièrement introduites s'appliquent aux adresses non programmées.

On peut passer outre certaines adresses en actionnant pour chacune d'entre elles la touche "NO ENT".

Contournages
Ouverture de dialogue



Eléments de contour

On programme la forme de la pièce indépendamment de l'outil. Quel que soit le type de la machine, on programme les données comme si l'outil se déplaçait par rapport à la pièce.
Les contours de pièce programmables correspondent aux éléments de contour suivants:
- Droite
- Cercle.

En tenant compte de la correction de rayon d'outil, la commande calcule la trajectoire du centre de la fraise. C'est suivant cette trajectoire que se déplace l'outil.

Création du contour de la pièce

Pour créer un contour, il faut que la commande ait connaissance de tous les éléments qui le constituent. Puisque l'opération suivante est définie dans chaque séquence de programme, les données ci-dessous sont de rigueur:

- type de contour (droite ou cercle)
- les coordonnées du point final respectif
- indications supplémentaires, telles le centre de cercle, le rayon du contour etc...

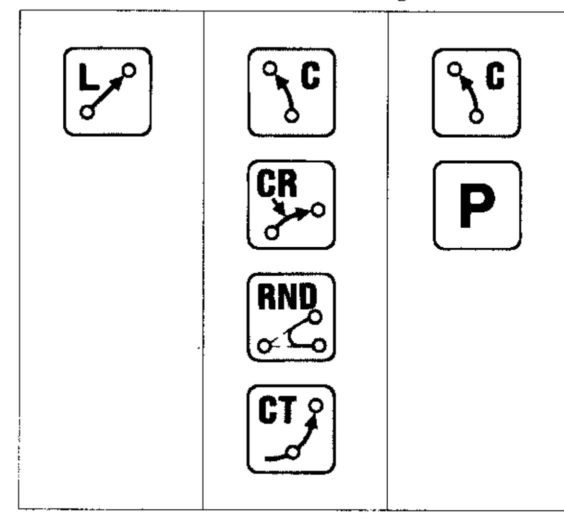
Contour

Droite	Arc de cercle	Ligne hélicoïdale

Ouverture de dialogue

Par principe, on entame la définition d'un élément de contour en actionnant l'une des touches grises de fonction de contour. Le type de déplacement est déterminé pour l'élément de contour concerné.

Touches de fonction de contournage



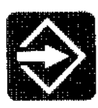
Coordonnées

On ne peut introduire les coordonnées d'un point qu'après avoir choisi la fonction de contour.

Cotation incrémentale/absolue

I

Si les coordonnées d'un point doivent être introduites en valeur incrémentale, appuyer au préalable sur la touche I.



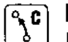
Droites



Déplacement linéaire (L = "Line")
L'outil se déplace suivant une droite.
Programmer le point final du segment de droite.

Chanfrein (CHF = Chamfer)
Un chanfrein est inséré entre deux segments de droite.

Cercles



Centre de cercle (CC = "Circle Centre") ou Pôle pour coordonnées polaires:
Programmation du centre de cercle pour interpolation circulaire ("C") ou du pôle pour les coordonnées polaires.
CC ne génère aucun déplacement!

Déplacement circulaire (C = "Cercle")
L'outil se déplace sur une trajectoire circulaire.
Programmer le point final de l'arc de cercle. Introduire d'abord le centre de cercle.



Arrondis d'angle (RND = "Rounding of corners")
Un arc de cercle avec transition par tangentement est ajouté à l'élément de contour préalablement programmé.
Pour le programmer, il suffit d'introduire le rayon de l'arrondi et (dans les séquences suivantes) un nouvel élément de contour.



Cercle tangent (CT = "Circle tangential")
Un arc de cercle avec raccordement par tangentement est ajouté à l'élément de contour précédent.
Il suffit de programmer le point final de l'arc de cercle.

Déplacement circulaire (CR = "Circle per radius")
L'outil se déplace suivant un contour circulaire.
Programmer le rayon de cercle et le point final de l'arc de cercle. Ne pas programmer le centre de cercle.

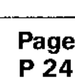
Déplacement suivant plusieurs axes

Pour les déplacements linéaires, on peut programmer au max. 3 axes, tandis que pour les déplacements circulaires, on ne peut en programmer que 2.

Graphisme

Si l'opérateur a recours à la représentation graphique, compléter les exemples suivants en donnant les cotes de la pièce brute encore appelée BLK FORM.

```
BLK FORM 0.1   Z   X+0    Y+0    Z-40
BLK FORM 0.2       X+100  Y+100  Z+0
```

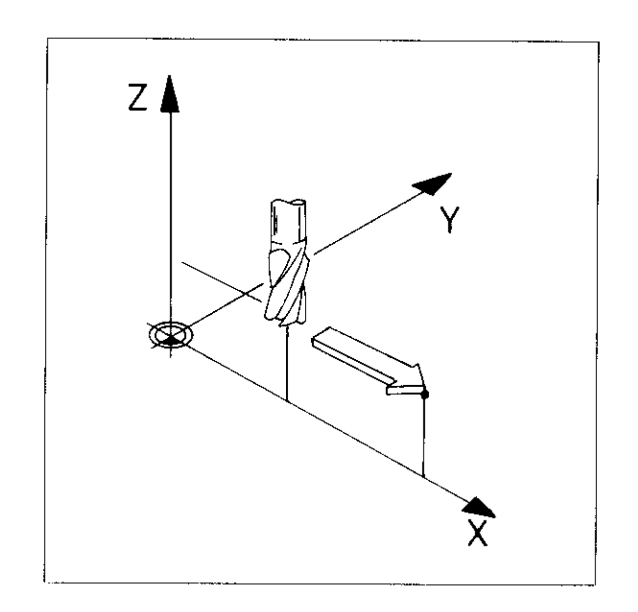




Contournages
Déplacements 1D/2D/3D



Suivant le nombre des axes qui se déplacent simultanément, on parle de déplacement 1, 2 ou 3 D (D = Dimension).



Déplacement paraxial, déplacement 1D

On parle de positionnement voire d'usinage paraxial lorsque l'outil se déplace par rapport à la pièce suivant une droite parallèle à l'un des axes de la machine.

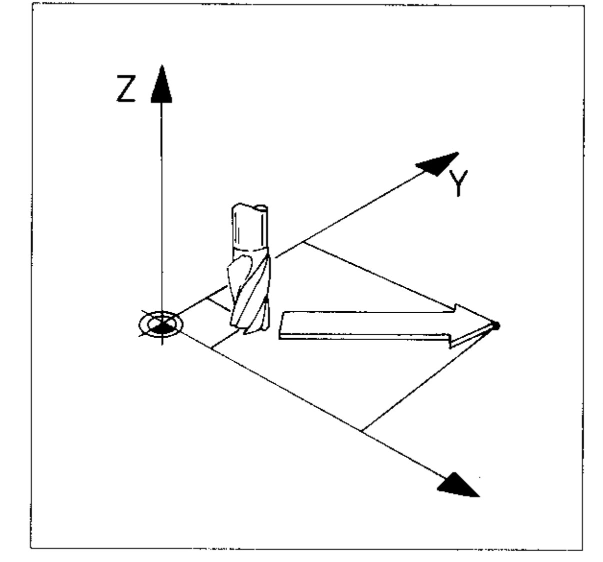
Entamer un déplacement en actionnant l'une des touches de fonction de contournage (touches grises).

On peut programmer des déplacements paraxiaux sans actionner de touches grises. Seule la correction de rayon R+/R– est alors disponible (voir correction de rayon R+/R–).

Déplacements 2D

On parle de déplacement 2D lorsque l'outil se déplace dans l'un des plans principaux (XY, YZ, ZX).

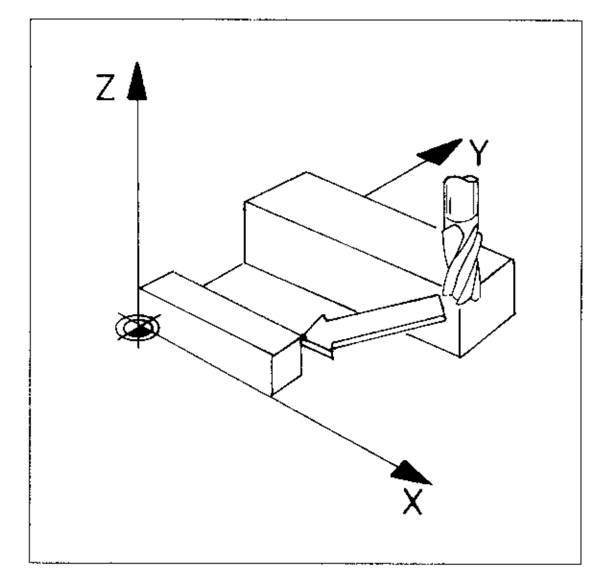
Les déplacements 2D permettent d'effectuer des segments de droite et des cercles dans le plan principal.



Déplacements 3D

On parle de droite 3D lorsque l'outil se déplace par rapport à la pièce suivant une droite donnée avec un déplacement simultané des trois axes.

Les déplacements 3D sont nécessaires pour réaliser des surfaces ou solides inclinés.





Contournages/coordonnées cartésiennes
Droites: positionnement en rapide

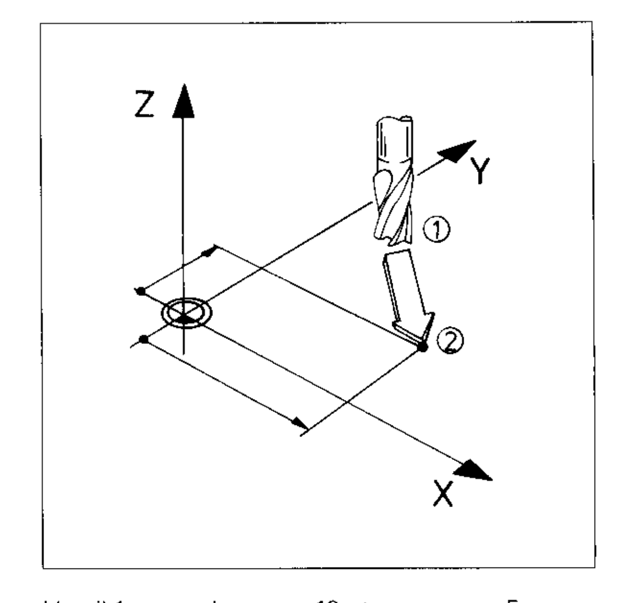


Positionnement

L'outil se trouve en position de départ et doit se rendre au point ② en suivant une droite.
Le point ② situé sur la droite doit être précisément programmé (position effective).

La point ② peut être introduit en coordonnées cartésiennes ou polaires.

La première position d'un programme doit systématiquement être introduite en valeur absolue. Les positions suivantes peuvent être indifféremment introduites en valeur absolue ou incrémentale.



Exemple Définition/appel d'outil

 1 L+10  R5  — L'outil 1 a pour longueur 10 et pour rayon 5.

TOOL CALL 1 ENT Z — L'outil 1 est appelé dans l'axe broche Z.

S200  — Vitesse de rotation: 200

Séquence de positionnement: Introduction complète (séquence principale)

 X+50 Y+30 Z0  — L'axe Z se déplace en tenant compte de la valeur de correction de longueur d'outil.
Appuyer sur "ENT" après avoir introduit tous les axes devant effectuer un déplacement simultané!

R0  — En activant "ENT", on programme systématiquement "R0".


FMAX  M3  — Déplacement en rapide "FMAX", rotation vers la droite de la broche

L X+50 Y+30 Z+0 R0 FMAX M3

Si l'on programme une séquence principale (séquence complète de positionnement) après un appel d'outil, il est particulièrement simple de relancer la procédure d'appel d'outil.

L'avance rapide peut également correspondre à une valeur spécifique à la machine (par ex. 6000).

Introduction abrégée

L X+50 Y+30  — Positionnement dans le plan XY sans correction de rayon. Le centre de l'outil est amené à la position programmée (si R0 était programmé dans les séquences précédentes).

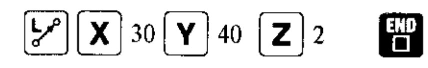
Il est possible d'abréger certaines séquences de programme: lorsque les valeurs souhaitées ont été introduites et qu'elles peuvent être prises en compte telles quelles dans les séquences suivantes, il suffit d'appuyer sur la touche "END □".



Contournages/coordonnées cartésiennes
Droites: percer

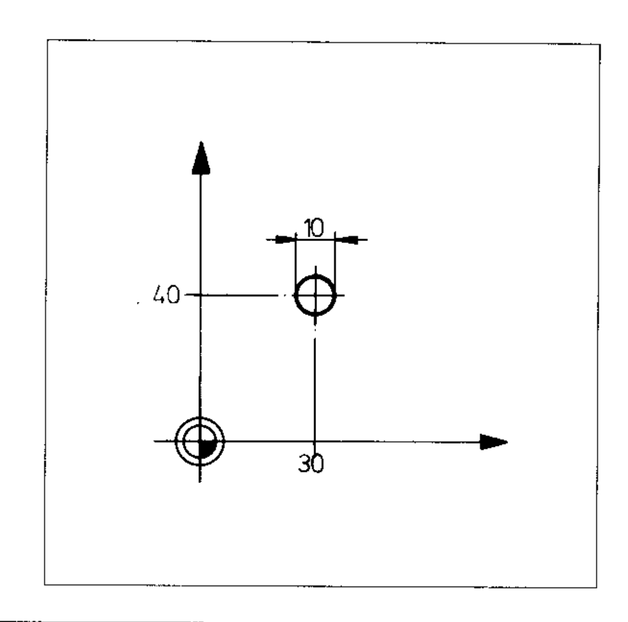


Valeurs absolues en coordonnées cartésiennes



L X+30 Y+40 Z+2

Pour tout positionnement dans l'espace, il est impératif d'ouvrir la séquence en actionnant l'une des touches grises!



Valeurs incrémentales en coordonnées cartésiennes



END

L IX+20

Introduction en valeur incrémentale.

Combinaisons

L I X 20 Y 30 

L IX+20 Y+30

X est introduit en incrémental et Y en absolu.

Exemple Percer

L'exemple ci-dessous vous montre comment programmer un perçage sans faire appel aux cycles.

Programme

0	BEGIN PGM PERCER MM	
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z–20	Définition pièce brute (n'introduire que si l'on
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	désire la simulation graphique)
3	TOOL DEF 1 L+0 R5	Définition d'outil
4	TOOL CALL 1 Z S1250	Appel d'outil
5	L Z+200 R0 FMAX M6	Dégagement en Z Changement d'outil
6	L X+20 Y+30 R0 FMAX M3	Positionnement 1. perçage en X/Y, avance rapide, mise en service de la broche
7	L Z+2 FMAX	Prépositionnement en Z
8	L Z–10 F80	Percer avec avance
9	L Z+2 F1000	Retour en Z
10	L X+50 Y+70 R0 FMAX	Positionnement 2. perçage en X/Y
11	L Z–10 F80	Percer avec avance
12	L Z+2 F1000	Retour en Z
13	L X+75 Y+30 R0 FMAX	Positionnement 3. perçage en X/Y
14	L Z–10 F80	Percer avec avance
15	L Z+200 FMAX M2	Retour en Z
16	END PGM PERCER MM	Fin de programme



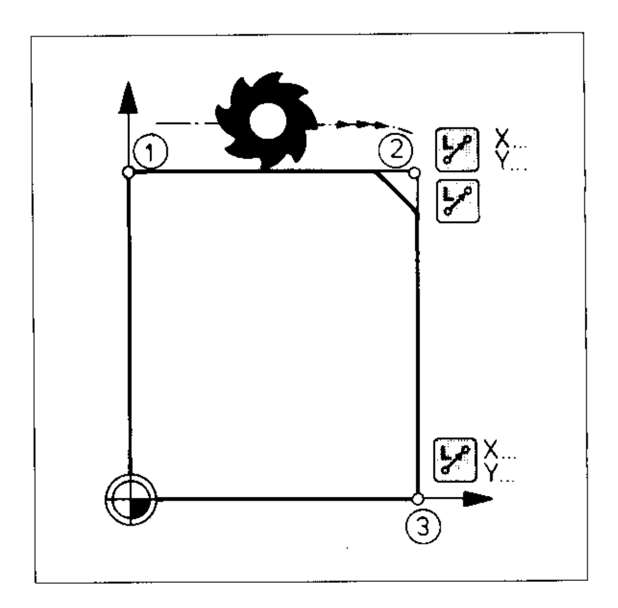
Contournages/coordonnées cartésiennes Chanfrein



Chanfrein

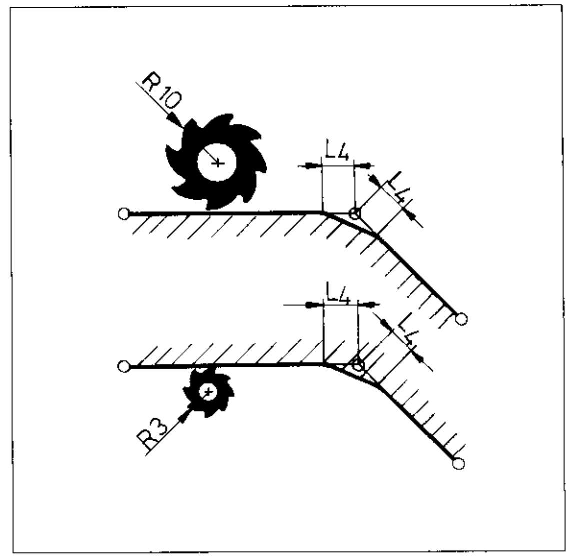


Les coins générés par l'intersection de deux droites peuvent être chanfreinés à partir de la touche "CHF" (de l'anglais chamfer = chanfrein). On peut choisir un angle quelconque.



Conditions préalables

On définit complètement un chanfrein en indiquant les points ①, ②, ③ et la séquence CHF.
Avant et après une séquence de chanfreinage, il faut définir une séquence de positionnement en précisant les deux coordonnées du plan d'usinage.
La correction RR/RL/R0 doit être identique avant et après la séquence de chanfreinage.
On ne peut commencer un contour en programmant un chanfrein.
Le chanfrein ne peut être exécuté que dans le plan d'usinage.
Aussi celui-ci doit-il être le même dans la séquence de positionnement avant et après la séquence CHF.
En ce qui concerne les angles intérieurs, il faut veiller à ce que la longueur de chanfrein ne soit ni trop longue ni trop courte: le chanfrein doit s'intercaler entre les éléments de contour et doit pouvoir être effectué avec l'outil jusqu'alors utilisé.
L'avance au moment du chanfreinage doit correspondre à l'avance préalablement programmée.



Programmation

Toute programmation de chanfrein fait l'objet d'une séquence à part entière.
On introduit uniquement la longueur de chanfrein **sans indiquer les coordonnées.**
L'outil ignore le "point culminant du coin"!

Introduction du chanfrein

L = Chanfrein

Séquence de programme

L 4

Exemple

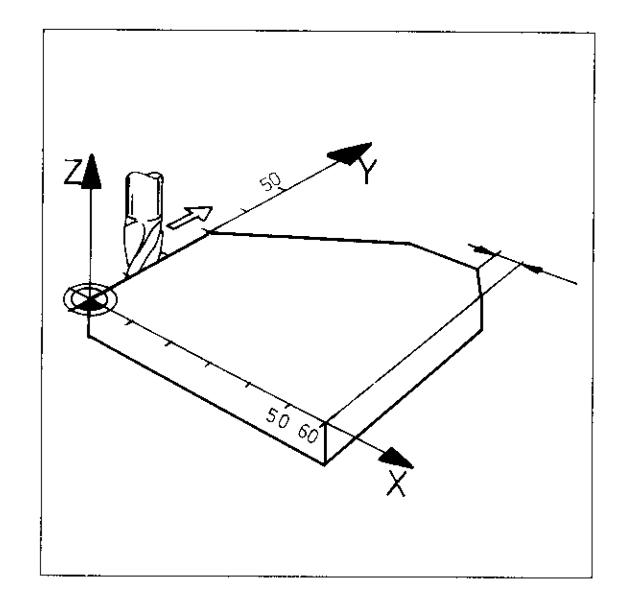
TOOL DEF 1 L+0 R10	
TOOL CALL 1 Z S200	
L X+0 Y+50 RL F300 M3	Position ① (voir schéma ci-dessus)
L X+50 Y+50	Position ②
L 4	Chanfrein
L X+50 Y+0	Position ③

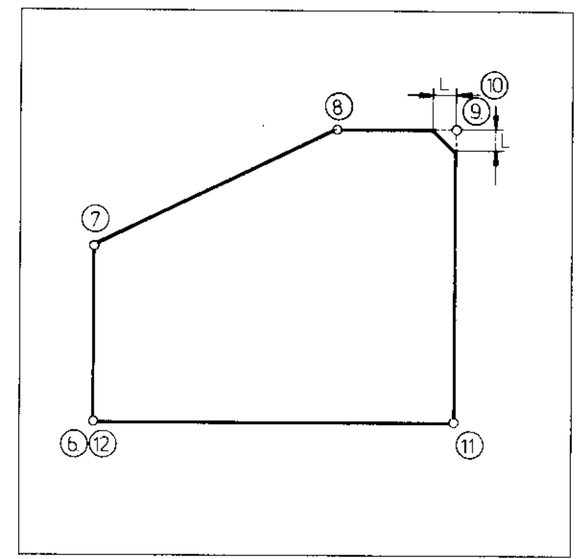


Contournages/coordonnées cartésiennes
Droites



Exemple
Usiner une droite





On indique les numéros de séquence sur le plan afin de pouvoir mieux suivre le déroulement du programme.

Programme

1	TOOL DEF 1 L+0 R5	définition d'outil
2	TOOL CALL 1 Z S500	appel d'outil
3	L Z+200 R0 F MAX M6	changement d'outil
4	L X–10 Y–20 **R0** FMAX M3	prépositionnement (l'outil est en haut)
5	L Z–20 R F80	plongée avec avance de profondeur
6	L X+0 Y+0 **RL** F200	aborder le contour, appeler la correction de rayon
7	L X+0 Y+30 RL F400	usiner le contour
8	L X+30 Y+50 RL	.
9	L X+60 Y+50 RL	.
10	L 2	séquence de chanfreinage
11	L X+60 Y+0 RL	
12	L X+0 Y+0 **RL**	dernière séquence corrigée dans le rayon
13	L X–20 Y–10 **R0**	annuler la correction de rayon
14	L Z+200 R FMAX M2	remonter en Z, retour à la position initiale



Contournages au moyen de droites/ coordonnées cartésiennes
Axes supplémentaires



Axes linéaires U, V, W

L'interpolation linéaire n'est possible que sur trois axes max. simultanément – les axes supplémentaires compris.
En cas d'interpolation linéaire avec un axe linéaire supplémentaire, celui-ci doit être programmé dans chaque séquence CN avec la valeur de coordonnée correspondante. Ceci vaut également lorsque la coordonnée en question ne varie pas d'une séquence à l'autre. Si on omet d'indiquer l'axe supplémentaire, la commande déplace l'outil uniquement sur les axes principaux du plan d'usinage.

Exemple: interpolation linéaire sur X et V, axe d'outil Z.

```
11  L  X+0    IV+0   RR F100
12  L  X+100  IV+0
13  L  X+150  IV+70
```

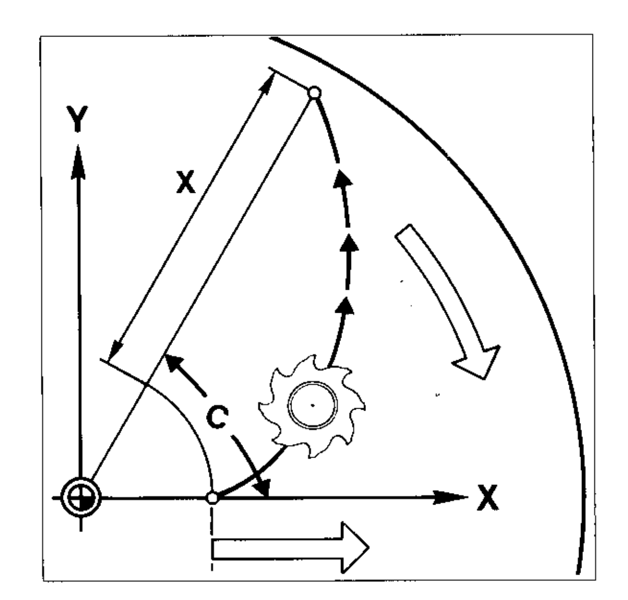
Axes angulaires A, B, C

Si l'axe supplémentaire est un axe rotatif (axe A, B ou C), la commande interprète la valeur d'introduction en degré.
Lors d'une interpolation linéaire avec un axe linéaire et un axe rotatif, la commande interprète l'avance programmée comme avance de contournage.
L'avance correspond à la vitesse relative entre la pièce et l'outil. La commande calcule donc pour chaque point du contour une valeur d'avance pour l'axe linéaire F_L et une valeur d'avance pour l'axe rotatif F_W:

$$F_L = \frac{F \cdot \Delta L}{\sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta W)^2}}$$



$$F_W = \frac{F \cdot \Delta W}{\sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta W)^2}}$$



Signification:
F = avance programmée
F_L = composante linéaire de l'avance (chariots)
F_W = composante angulaire (plateau circulaire)
Δ L = course de l'axe linéaire
Δ W = course de l'axe angulaire

M94 pour axes rotatifs

On peut à partir des paramètres machine régler l'affichage de position des axes rotatifs comme suit:
- ± 360°
- ± ∞ (soit ± valeur max. d'affichage).

Si on choisit le mode de comptage ± ∞, on peut, à partir de M94, régler l'affichage de position des axes rotatifs à une valeur inférieure à 360°.

Contournages/coordonnées cartésiennes
Plans d'interpolation circulaire



Plans principaux

Les fonctions décrites ci-dessus permettent de programmer des cercles dans les plans principaux XY, YZ et ZX.

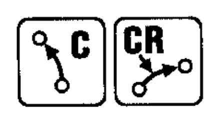
TOOL CALL

On sélectionne le plan d'interpolation circulaire en définissant l'axe de broche dans la séquence TOOL CALL. Simultanément sont attribuées les valeurs de correction d'outil.
Les axes imprimés en gras ci-dessous (par ex. **X**) sont identiques à l'angle zéro (axe de référence) dans leur sens positif. Les autres axes sont orientés à 90°.

Plans d'interpolation	Axe de broche dans le sens	Plan d'interpolation circulaire
Norme standard pour les fraiseuses	Z	**X**Y
Norme standard pour les perceuses	Y	**Z**X
	X	**Y**Z

Cercles obliques dans l'espace

Les cercles qui ne sont pas parallèles à un plan principal peuvent être calculés à partir des paramètres Q et exécutés comme une succession de petits segments de droite (séquences L).



Contournages/coordonnées cartésiennes
Déplacements circulaires: que choisir ?
Raccordements quelconques

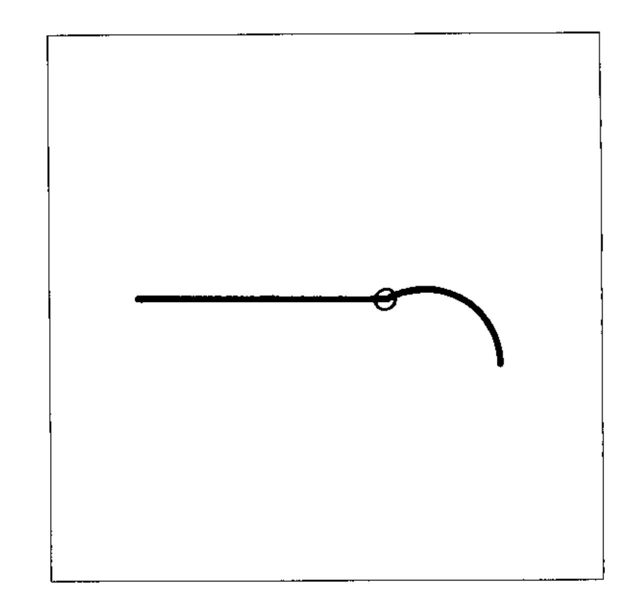


Déplacements circulaires

La commande se déplace suivant deux axes simultanément de sorte que l'outil décrit un cercle voire un arc de cercle par rapport à la pièce.

Raccordements quelconques

Les fonctions C et CR permettent à la commande numérique de calculer automatiquement les points de raccord entre l'élément de contour de la séquence précédente et l'arc de cercle de la séquence en cours. En fin d'arc de cercle, la commande calcule de même les points de raccordement avec l'élément de contour de la séquence suivante.



Condition préalable

Dans la séquence précédente, il faut aborder le point initial de l'arc de cercle.

Point final du cercle

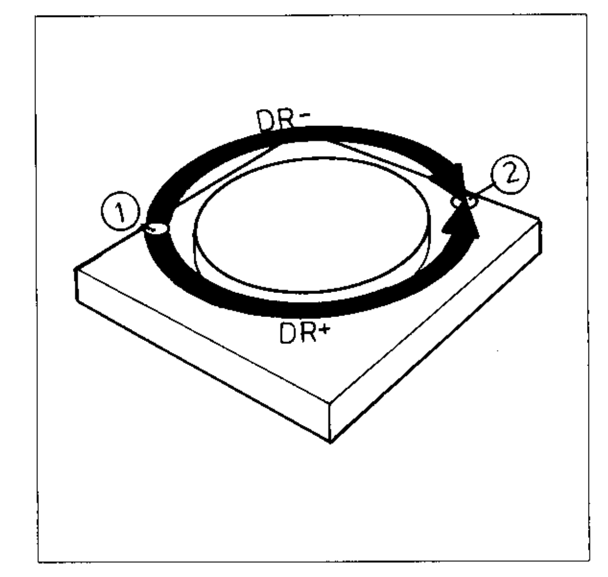
Le point final ② du cercle est programmé dans la séquence C ou CR.

Sens de rotation DR+/DR–

Il faut préciser le sens de rotation dans chacune des définitions.

En trigonométrie, on parle de **sens de rotation positif** lorsque le déplacement se fait dans le **sens anti-horaire.**

On parle de **sens de rotation négatif** lorsque le déplacement se fait dans le **sens horaire.**



Rayon

En appuyant sur la touche C, la CN calcule la distance entre la position programmée immédiatement avant la séquence C (début de l'arc de cercle) et le centre de cercle CC.

Cercle

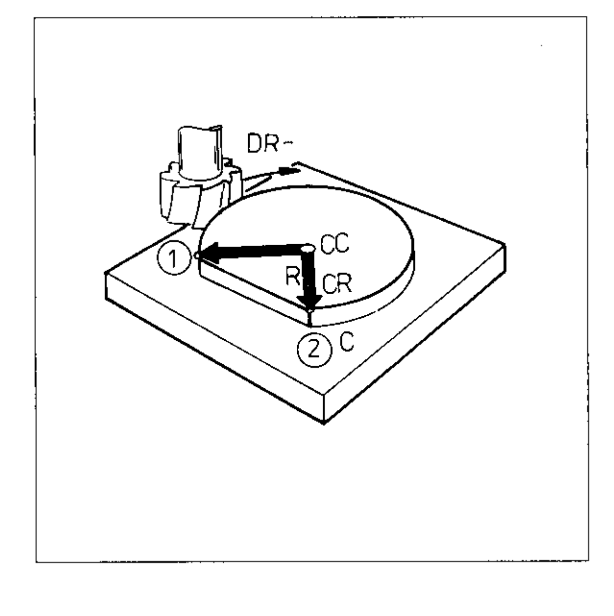
On ne peut programmer un cercle entier que dans une séquence où l'on active la touche C.

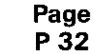
CR

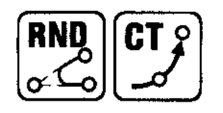
En activant CR, on introduit directement le rayon (sans CC).

Sélection:

Gegeben	Geeignete Funktion
Kreisbogen-Startpunkt ①	z. B. [L] Anfahren des Startpunktes
Kreismittelpunkt	[CC]
Kreisbogen-Endpunkt ②	[C]
Kreisbogen-Startpunkt ①	z. B. [L] Anfahren des Startpunktes
Radius + Kreisbogen-Endpunkt ②	[CR]



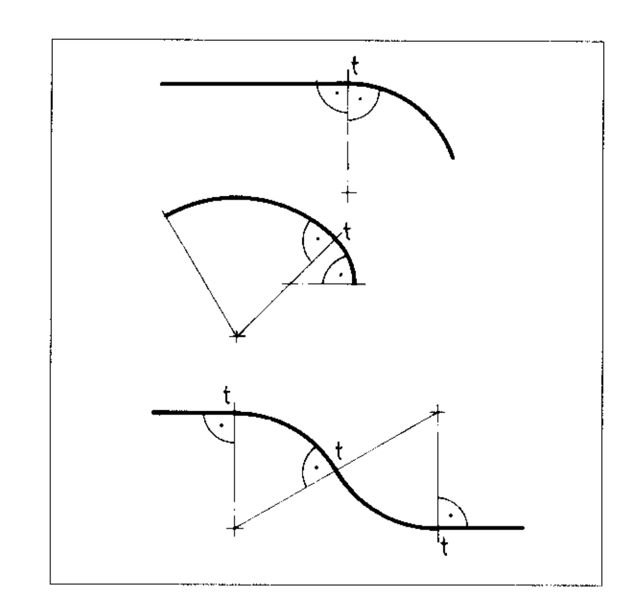




Contournages/coordonnées cartésiennes
Déplacements circulaires: que choisir ?
Raccordements par tangentement



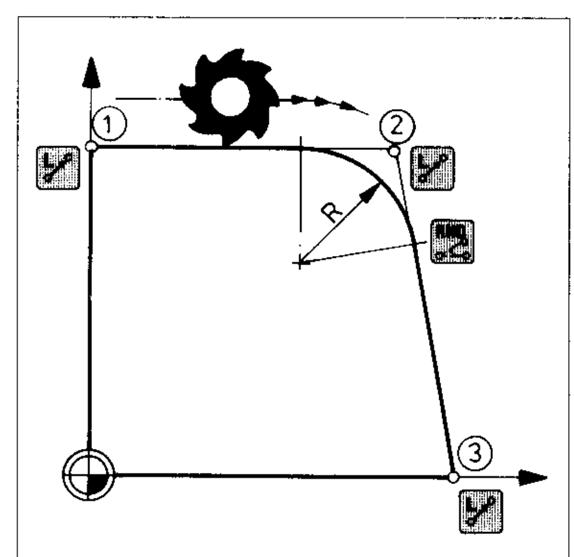
Raccordements par tangentement Les fonctions **RND** et **CT** donnent automatiquement lieu à une approche par tangentement de l'arc de cercle (approche en douceur). La sortie de l'arc de cercle se fait également par tangentement lorsque **RND** est activé. Le sens de déplacement lors de l'approche du cercle est de ce fait déterminant pour la forme de l'arc de cercle.



Sens de rotation Il n'est donc pas nécessaire de préciser le sens de rotation.

Centre de cercle Les deux fonctions en question n'impliquent pas que soit introduit le centre de cercle.

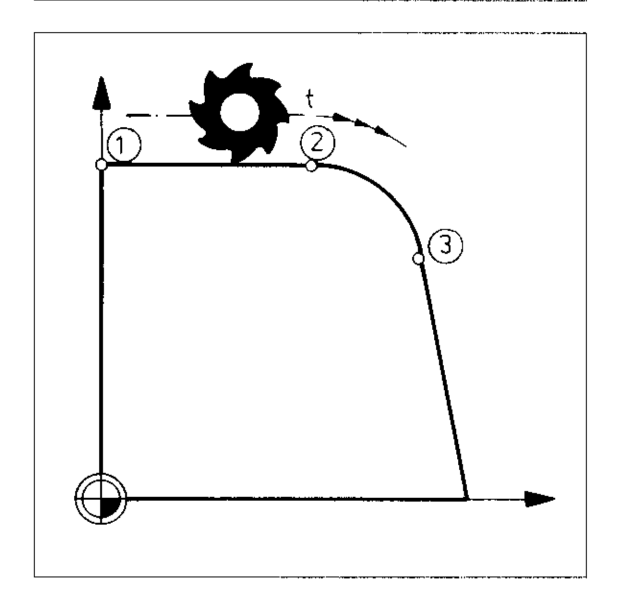
RND L'arrondi RND est inséré entre deux éléments de contour pouvant être, soit une droite, soit un arc de cercle.
Il faut d'abord programmer le **coin** ② que l'outil n'aborde, puis une séquence RND avec le rayon d'arrondi R. L'approche et la sortie de l'arrondi se fait automatiquement par tangentement et est directement calculé par la commande.



CT Avec CT, il suffit de programmer le **point final de l'arc de cercle** ③.

Sélection

Donné	Fonction adéquate
Point ①	par ex. déplacement avec L
"Coin" ②	par ex. déplacement avec L
Rayon d'arrondi	RND
Point ③	par ex. déplacement avec L
Point tangentiel ①	par ex. déplacement avec L
Approche tangentielle ②	par ex. déplacement avec L
Point final de l'arc de cercle ③	CT





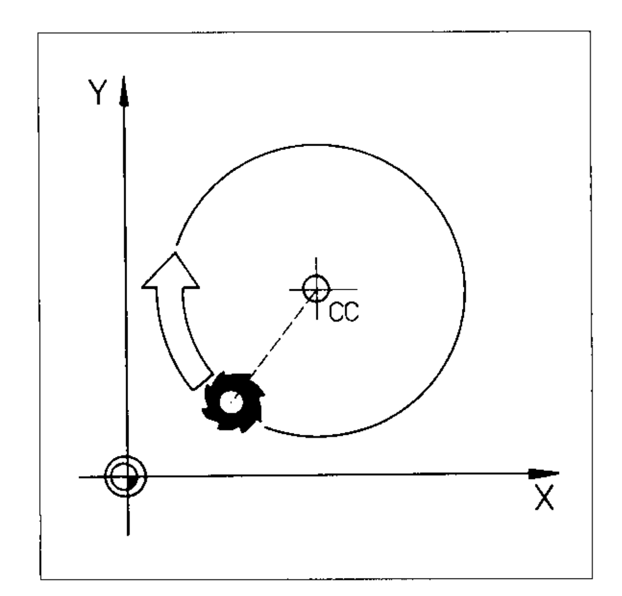
Contournages/coordonnées cartésiennes
Contour circulaire CC + C





CC a une fonction double:

1. permet de définir le centre de cercle pour les déplacements circulaires réalisés avec C.
2. permet de définir le **pôle** comme point d'origine pour les positionnements en coordonnées polaires.



Centre de cercle CC

Le centre de cercle CC doit être défini avec C avant d'effectuer l'interpolation circulaire. Il reste actif jusqu'à ce qu'un nouveau centre de cercle CC soit introduit.

Types de programmation:

- le centre de cercle est directement défini à partir de coordonnées cartésiennes.
- les coordonnées programmées dans la dernière séquence CC sont valables pour le centre de cercle.
- la position en cours est automatiquement prise en compte comme centre de cercle CC, soit avec "NO ENT", soit avec "END □" sans introduire de valeurs.

Ceci est également possible après avoir effectué un positionnement en coordonnées polaires.

On ouvre le dialogue d'introduction pour définir le centre de cercle en appuyant sur la touche "CC".

CC en cotes absolues: le centre de cercle se réfère au zéro pièce.

CC en valeur incrémentale: le centre de cercle correspond à la dernière position programmée de l'outil.

CC ne donne lieu à aucun déplacement!

Aborder le point de sortie

Aborder le point de sortie de l'élément de contour circulaire avant la séquence C.

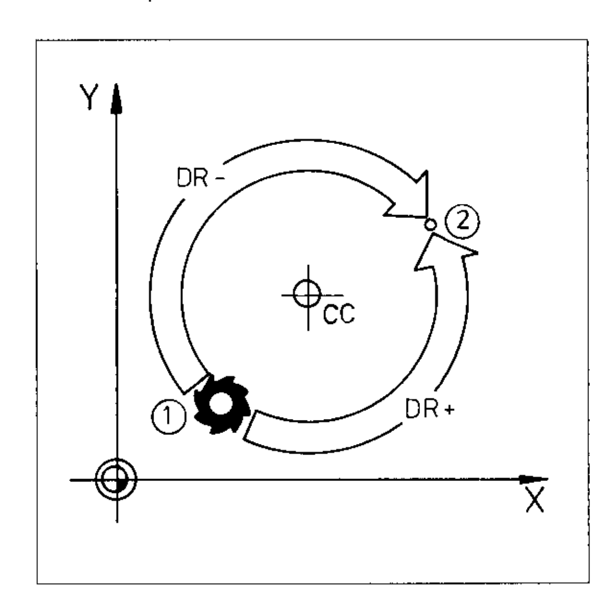
Rayon

Le rayon correspond à la distance entre le centre de cercle et le point final.

Contour circulaire C



En suivant un contour circulaire, l'outil se déplace de la position ① à la position finale ②.
Dans le séquence C, on se contente de programmer ②.
La position ② peut être introduite en coordonnées polaires ou cartésiennes.



Sens de rotation

Pour tout déplacement circulaire, il faut définir le sens de rotation DR:
Rotation dans le sens positif **DR+** (sens anti-horaire)
Rotation dans le sens négatif **DR–** (sens horaire)



On ne commencer par programmer une correction de rayon d'outil lorsque l'outil effectue un déplacement circulaire.

Contournages/coordonnées cartésiennes



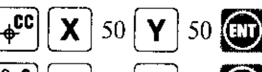
Contour circulaire CC + C



Tolérance d'introduction

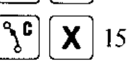
Le point de départ et le point de sortie doivent se situer sur le même contour circulaire. En d'autres termes, tous les deux sont à égale distance du centre de cercle CC. La tolérance des positions par rapport à la position de départ, à la position finale et au centre de cercle est de ± 8 µm.

Introduction CC



CC X 50 Y 50 ENT — centre de cercle

Introduction C



C X 15 Y 50 ENT — point final de l'arc de cercle

DR   — détermination du sens de rotation à partir de la touche "+/–"
–: actionner 1 x
+: actionner 2 x

Séquences de programme

CC X+50 Y+50
C X+15 Y+50 DR–

On introduit R, F et M de la même manière que pour un déplacement linéaire.
On saisit de nouvelles données lorsque celles-ci diffèrent de celles préalablement introduites.

Exemple Cercle

Cercle dans le plan XY (cercle en relief) autour du centre de cercle X+50, Y+50 avec un rayon de 35 mm.

Programme

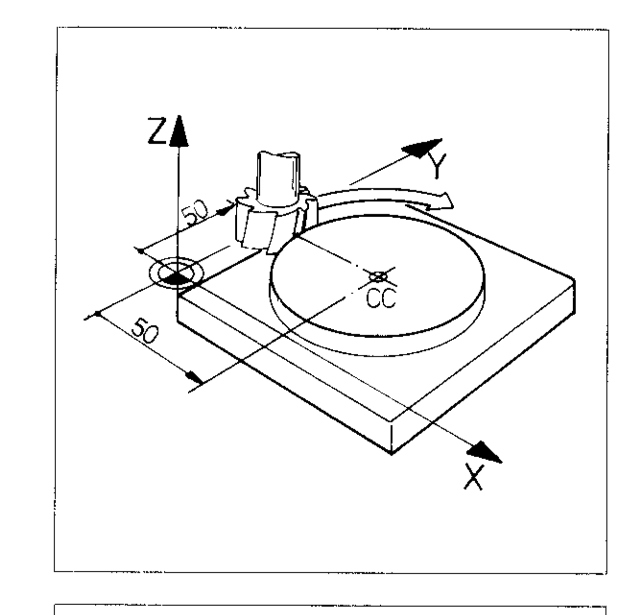
TOOL DEF 1 L+0 R5
TOOL CALL 1 Z S200

L X+15 Y+50 RL F300 M3

CC X+50 Y+50

C X+15 Y+50 **DR–** RL

On peut programmer des cercles dans une séquence à l'aide de la touche C.
Le point initial et le point final du cercle se confondent.



Exemple Arc de cercle

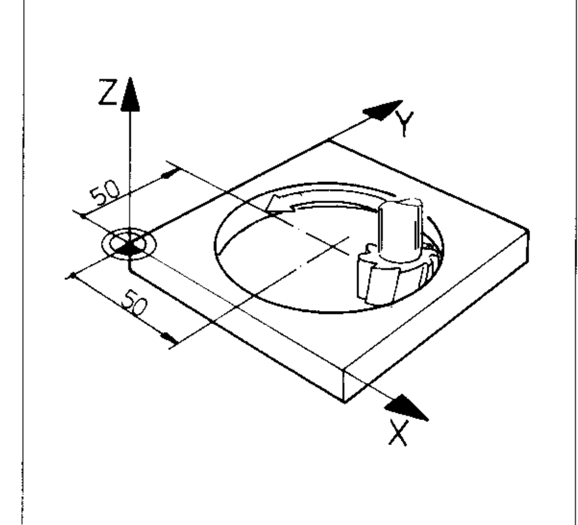
Demi-cercle dans le plan XY (cercle en profondeur) autour du centre de cercle X+50, Y+50 avec un rayon de 35 mm.

Programme

L X+85 Y+50 RL F300 M3

CC X+50 Y+50

C X+15 Y+50 **DR+** RL





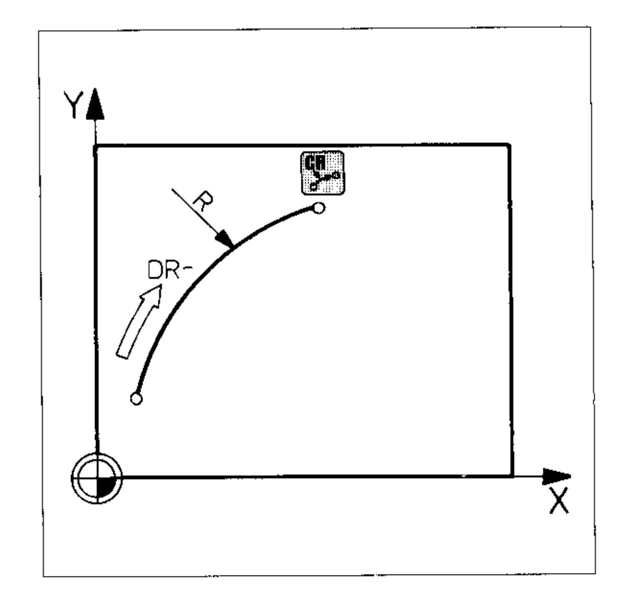
Contournages/coordonnées cartésiennes
Contour circulaire CR



Contour circulaire CR

Si le plan n'indique pas le rayon du contour mais le centre de cercle, on peut définir le contour circulaire grâce à la touche CR à partir du point final du contour circulaire, du rayon et du sens de rotation.

On introduit R, F et M de la même manière que pour un déplacement linéaire. On saisit de nouvelles données lorsque celles-ci diffèrent de celles préalablement introduites.



Point initial

Le point initial de l'arc de cercle doit être abordé dans la séquence précédente.

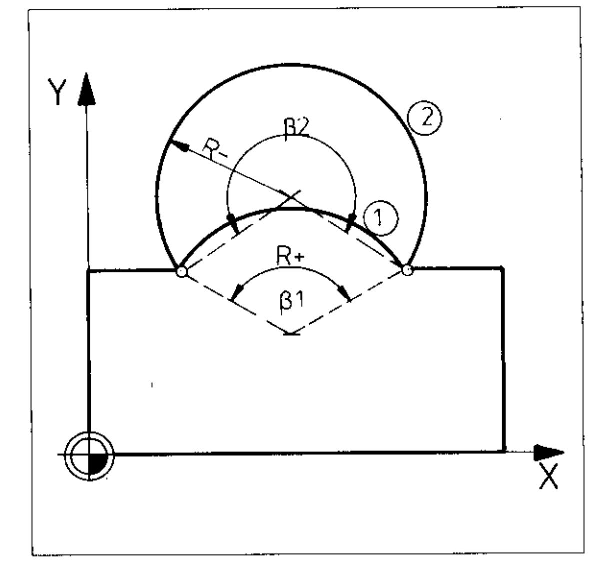
Point final

Le point final ne peut être programmé dans une séquence CR qu'en coordonnées cartésiennes.

La distance entre le point initial et de point final du contour ne doit pas être supérieur à 2 x R. Avec CR on peut programmer un cercle dans deux séquences différentes.

Angle au centre

Pour relier deux points à partir du rayon, il existe deux possibilités (voir schéma) qui sont fonction de l'angle au centre β:
Le petit arc de cercle 1 a un angle au centre $\beta_1 < 180°$, le grand arc de cercle 2, lui, a un angle au centre $\beta_2 > 180°$.



Rayon du contour

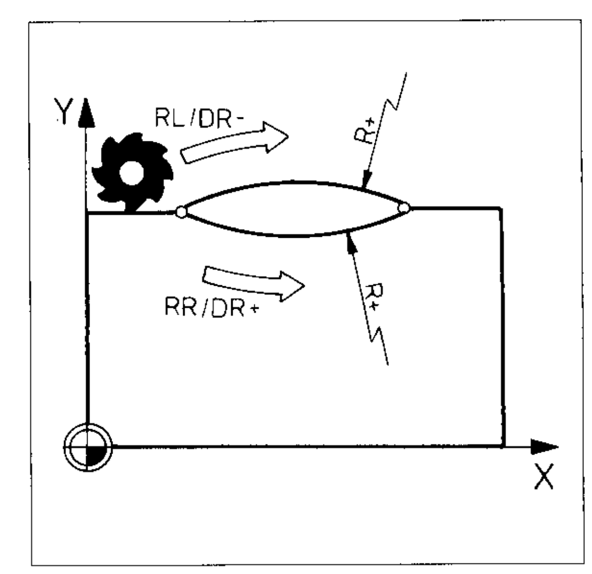
Pour programmer le petit arc de cercle ($\beta < 180°$), on introduit le rayon sous forme de valeur positive. (Le signe + apparaît automatiquement)

Pour programmer le grand arc de cercle ($\beta > 180°$), on introduit le rayon sous forme négative.

Valeur max. de rayon = 30 m.
La programmation à partir des paramètres permet de réaliser des arcs de cercle de 99 m.

Sens de rotation

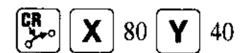
Le sens de rotation indique selon la correction de rayon R_L/R_R si le contour circulaire est concave ou convexe.
Sur le schéma ci-contre, DR– génère un élément de contour convexe, DR+ un élément de contour concave.





Contournages/coordonnées cartésiennes
Contour circulaire CR



Introduction CR   Point final de l'arc de cercle

R+100  Rayon, signe positif

DR +/− ENT Détermination du sens de rotation à partir de la touche "+/−".

Séquence de programme CR X+80 Y+40 R+100 DR-

Exemple:

TOOL DEF 1 L+0 R5
TOOL CALL 1 Z S200

Arc A

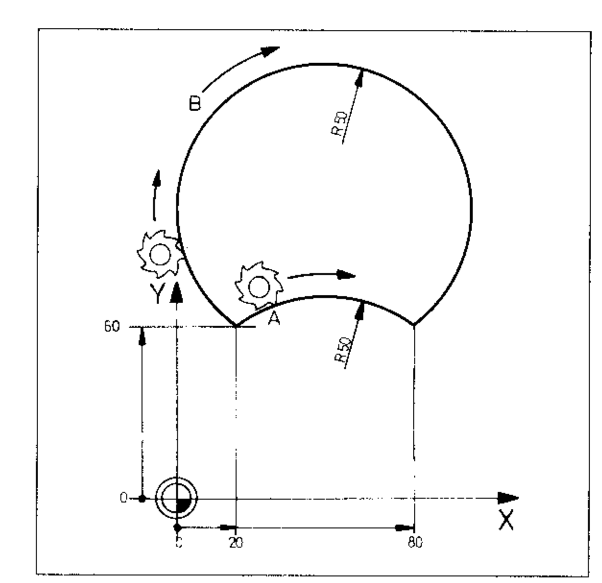
L X+20 Y+60 RL F300 M3

CR X+80 Y+60 **R+50** **DR-**

Arc B

L X+20 Y+60 RL F300 M3

CR X+80 Y+60 **R–50** **DR-**



Arc C

L X+20 Y+60 RL F300 M3

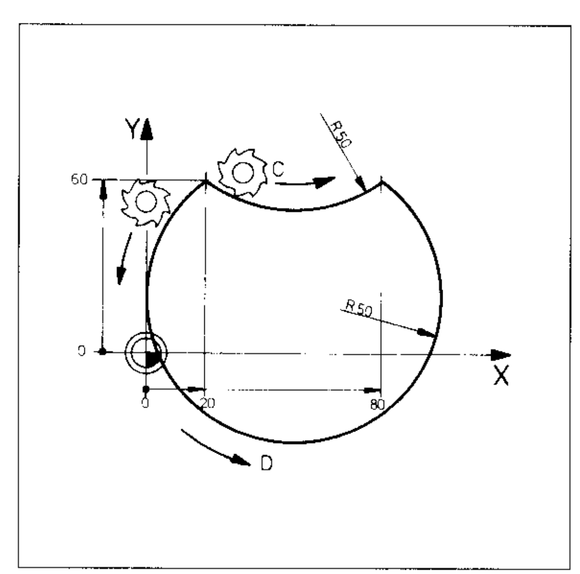
CR X+80 Y+60 **R+50** **DR+**

Arc D

L X+20 Y+60 RL F300 M3

CR X+80 Y+60 **R–50** **DR+**

Dans les exemples ci-contre, le point X+20 Y+60 correspond au début de l'arc de cercle, le point X+80 Y+60 à la fin de celui-ci.



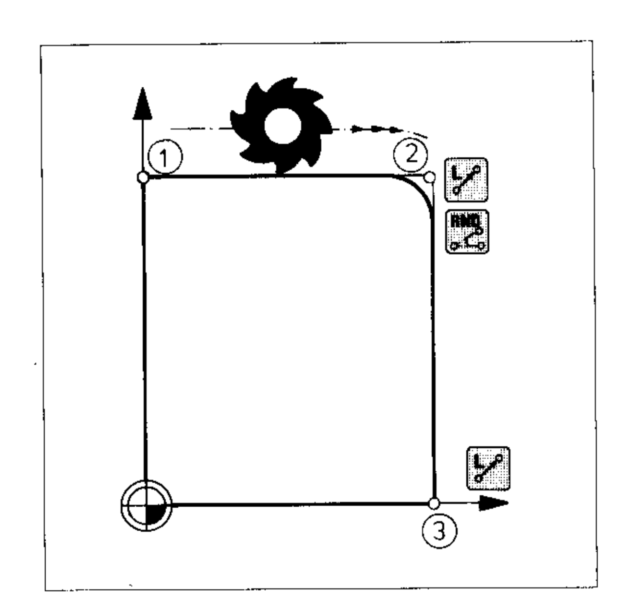


Contournages/coordonnées cartésiennes
Arrondis d'angle RND



RND a une double fonction:

- permet d'effectuer des arrondis d'angle lorsque RND est programmée au moment où l'outil usine un contour.
- aborder ou quitter le contour en douceur lorsque RND est programmé au début ou à la fin du contour.



Contour circulaire



Les angles de contour peuvent être arrondis en insérant des arcs de cercle. Le cercle est raccordé par tangentement à l'élément de contour précédent et à l'élément de contour suivant.

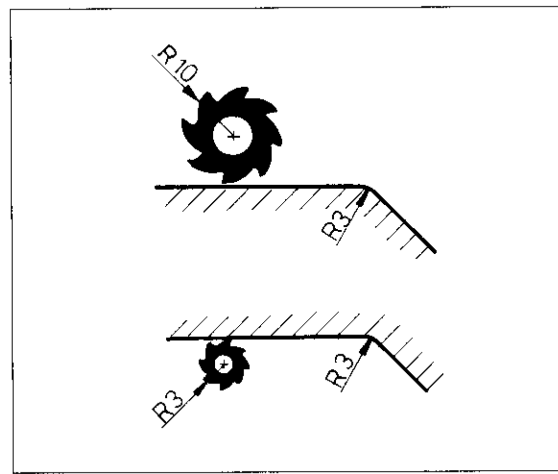
Il est possible d'insérer un arrondi d'angle pour tous les angles générés par l'intersection des éléments de contours suivants:

- droite – droite
- droite – cercle voire cercle – droite
- cercle – cercle



Conditions préalables

On définit un arrondi complet en programmant une séquence RND ainsi que les points ①, ② et ③.
Une séquence de positionnement précisant les coordonnées du plan d'usinage doit précéder et suivre toute séquence RND.
De même, la correction RL/RR/R0 doit être identique avant et après la séquence RND.
On ne peut entamer un contour en programmant d'abord un arrondi d'angle.



Pour les angles extérieurs, le rayon d'outil peut être plus grand que le rayon d'arrondi.

Pour les angles intérieurs, le rayon d'outil doit être plus petit ou de mêmes dimensions que le rayon d'arrondi.

Indication

L'arrondi d'angle ne peut être exécuté que dans le plan d'usinage. Il faut donc que les coordonnées de celui-ci soient les mêmes dans les séquences de positionnement précédant et suivant la séquence RND.
Pour les angles intérieurs, le rayon d'arrondi ne doit être ni trop grand ni trop petit – l'arrondi doit pouvoir s'insérer entre les éléments de contour et être exécuté avec l'outil en cours.
L'avance programmée pour les arrondis d'angle est active séquence par séquence. Après une séquence RND, l'avance préalablement programmée est de nouveau active.

Programmation

On programme un arrondi d'angle dans une séquence à part entière à la suite de la programmation d'un élément de contour.
On introduit le rayon d'arrondi et le cas échéant l'avance F pour le fraisage de l'arrondi.
On n'aborde pas le coin lui même!

Messages d'erreur

PLAN MAL DEFINI
Le plan programmé avant la séquence RND ne correspond pas à celui programmé après.

RAYON POUR RND TROP GRAND
On ne peut exécuter l'arrondi.



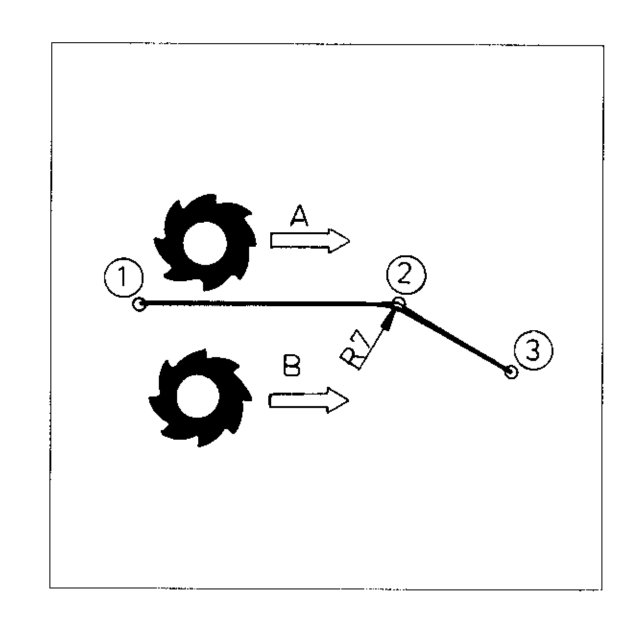
Contournages/coordonnées cartésiennes
Arrondis d'angle RND



Introduction RND	 8		Rayon d'arrondi
	F100		On peut introduire une avance donnée qui ne sera effective que pour l'usinage de l'arrondi.
Séquence de programme	RND 8 F100		

Exemple: TOOL DEF 1 L+0 R5
TOOL CALL 1 Z S200

Déroulement A	L X+10 Y+60 RL F300 M3	position ①
	L X+50 Y+60	"coin" ②
	RND 7	arrondi
	L X+90 Y+50	position ③
Déroulement B	L X+10 Y+60 RR F300 M3	position ①
	L X+50 Y+60	"coin" ②
	RND 7	arrondi
	L X+90 Y+50	position ③





Contournages/coordonnées cartésiennes
Cercle de raccordement CT



Cercle de raccordement CT



On peut largement simplifier la programmation d'un contour circulaire en le raccordant par tangentement à l'élément de contour préalablement programmé.
Pour définir le cercle, il suffit d'introduire le **point final** du contour circulaire à l'aide de la touche CT.

Géométrie

En cas de raccordement par tangentement à un contour donné, il suffit d'introduire le point final de l'arc de cercle pour parfaitement définir l'arrondi.

Tout cercle à un rayon donné, un sens de rotation défini et un centre déterminé. Il n'est donc pas nécessaire de programmer ces données.

Conditions préalables

Il faut d'abord introduire l'élément de contour auquel le cercle doit être raccordé par tangentement avant de programmer le cercle de raccordement.
Les coordonnées du plan d'usinage doivent être identiques dans la séquence de positionnement et dans la séquence du cercle de raccordement.

Tangente

La tangente est définie à partir des **deux** points ① et ②. Une séquence CT ne peut tout au plus correspondre qu'à la troisième séquence de positionnement d'un programme donné.

Usiner un contour circulaire CT

L'outil doit usiner un contour circulaire tangentant ① et ②. Le point final de celui-ci correspond à la position ③. Dans la séquence CT, on se contente de programmer le point ③.

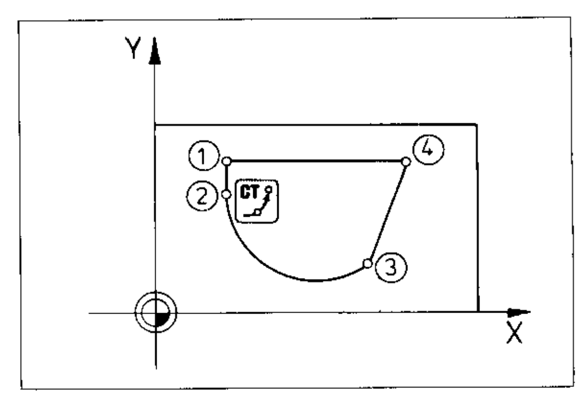
Coordonnées

On peut programmer le point final du contour circulaire en coordonnées polaires ou cartésiennes.

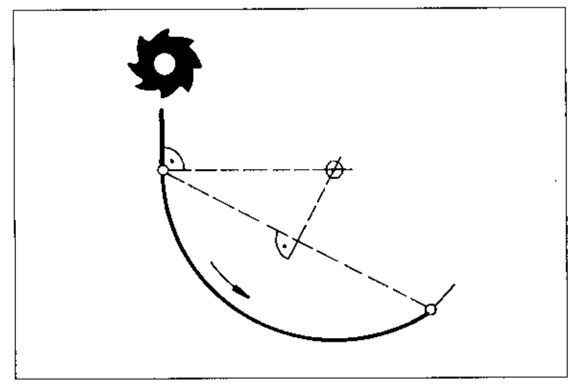
Messages d'erreur

DONNEES CIRCULAIRES ERRONEES:
Au moins deux positions ont été programmées avant la séquence CT.

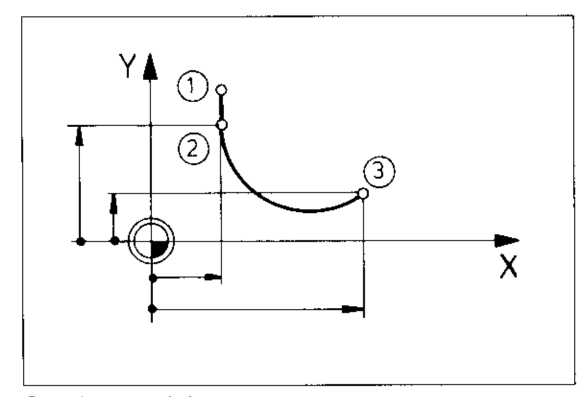
REFERENCE ANGULAIRE MANQUE:
Les deux coordonnées du plan d'usinage ne sont pas indiquées dans la séquence précédant CT et dans la séquence CT.



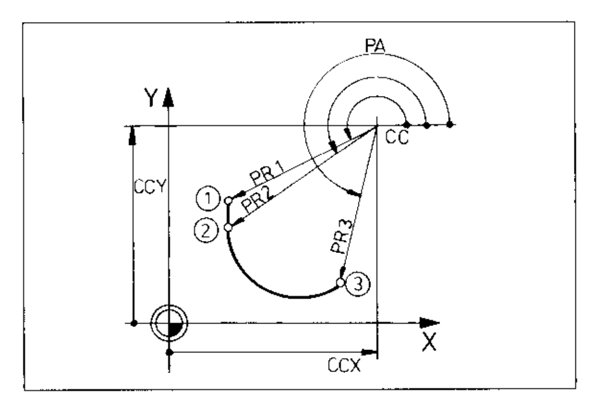
Etapes successives de l'usinage



Géométrie



Cotation cartésienne

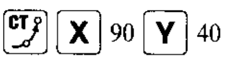


Cotation polaire



Contournages/coordonnées cartésiennes
Cercle de raccordement CT



Introduction CT   Point final de l'arc de cercle

Séquence de programme

CT X+90 Y+40

L'introduction de R, F et M se fait tout comme pour les droites.
Toute introduction est superflue lorsque les données ne varient pas d'une séquence à l'autre.

Exemple: Divers points finaux

TOOL DEF 1 L+0 R10
TOOL CALL 1 Z S200

Arc de cercle A

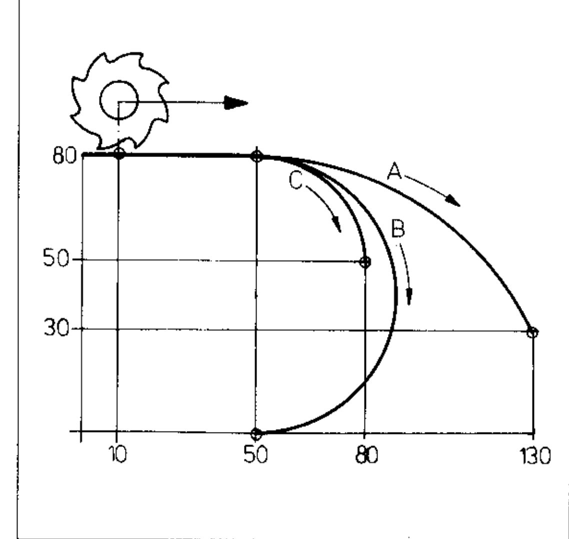
L X+10 Y+80 RL F300 M3	1. point de la tangente
L X+50 Y+80	début de l'arc de cercle
CT X+130 Y+30	fin de l'arc de cercle

Arc de cercle B Demi-cercle

L X+10 Y+80 RL F300 M3	1. point de la tangente
L X+50 Y+80	début de l'arc de cercle
CT X+50 Y+0	fin de l'arc de cercle. On obtient un demi-cercle dont le rayon R = 40.

Arc de cercle C Quart de cercle

L X+10 Y+80 RL F300 M3	1. point de la tangente
L X+50 Y+80	début de l'arc de cercle
CT X+80 Y+50	fin de l'arc de cercle. On obtient un quart de cercle dont le rayon R = 30.



Diverses tangentes

Arc de cercle A

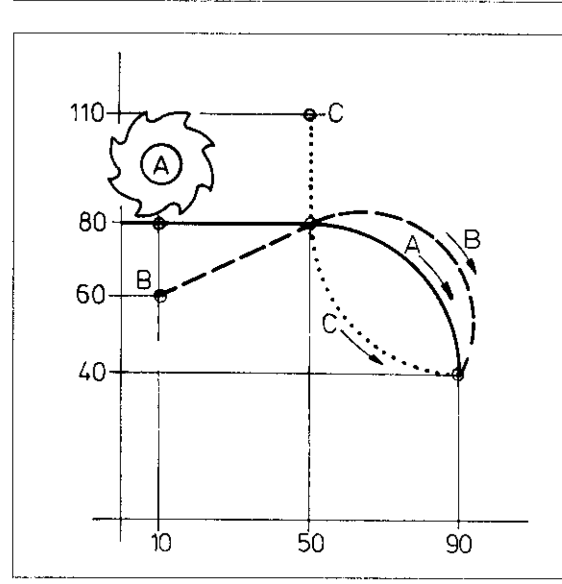
L X+10 Y+80 RL F300 M3
L X+50 Y+80
CT X+90 Y+40

Arc de cercle B

L X+10 Y+60 RL F300 M3
L X+50 Y+80
CT X+90 Y+40

Arc de cercle C

L X+50 Y+110 RL F300 M3
L X+50 Y+80
CT X+90 Y+40







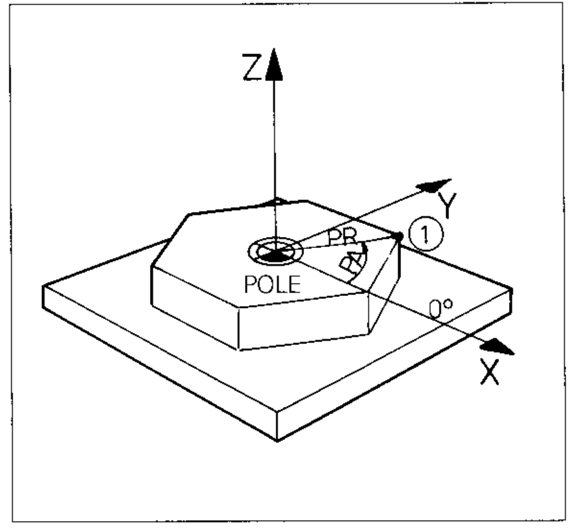
Contournages/coordonnées polaires
Principe



La commande offre la possibilité d'introduire les valeurs nominales en coordonnées polaires ou cartésiennes.

Les points sont indiqués dans un plan donné par l'écart **(rayon polaire PR)** par rapport au **point d'origine en coordonnées polaires (pôle)** et par l'**angle de direction (angle polaire PA).**

La position du pôle est introduite en coordonnées cartésiennes à partir de la touche CC en référence au point zéro pièce.



POLE = point d'origine en coordonnées polaires

Caractéristiques

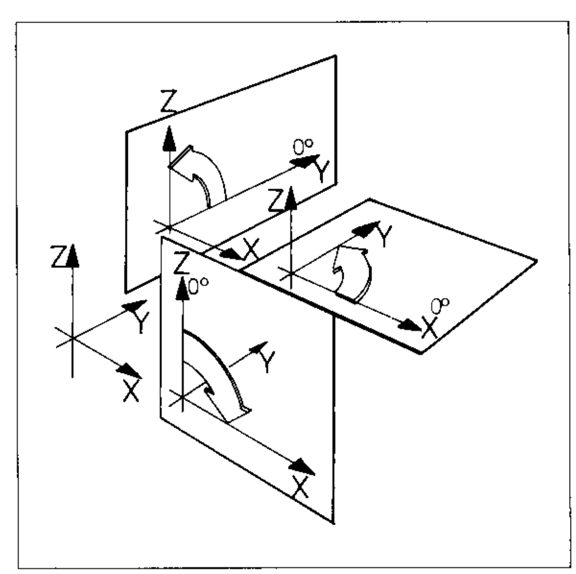
Les séquences de positionnement en coordonnées polaires sont caractérisées par la lettre P (LP, CP etc...).

Axe de référence du système de coordonnées

L'axe de référence (axe 0°) correspond à
- l'axe +X dans le plan XY
- l'axe +Y dans le plan YZ
- l'axe +Z dans le plan ZX.

Le plan d'usinage (par exemple, plan XY) est défini par un appel d'outil.

Le signe algébrique de l'angle PA peut être déterminé à l'aide du schéma ci-contre.



Coordonnées polaires Cotation absolue

Les valeurs absolues se réfèrent au pôle en cours.
Exemple: LP PR+50 PA+40

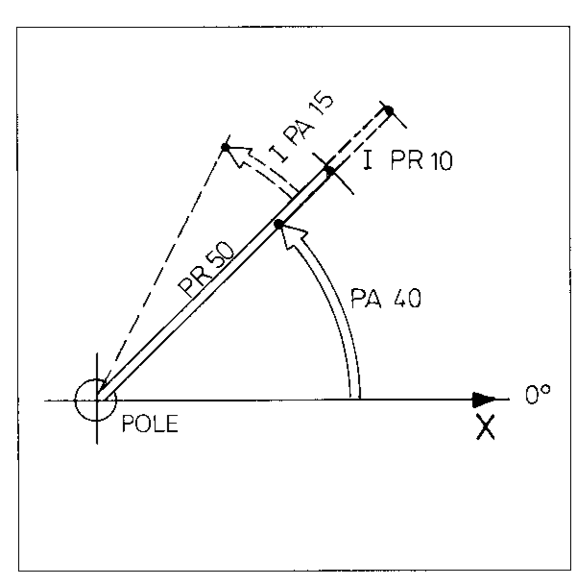
Cotation incrémentale

Tout rayon polaire introduit en valeur incrémentale modifie automatiquement la valeur du rayon précédent.
Exemple: LP IPR+10

Tout angle polaire incrémental IPA se réfère à l'angle de direction le précédant immédiatement.
Exemple: LP IPA+15

Combinaison

Il est possible de combiner des coordonnées absolues et incrémentales dans une même séquence.
Exemple: LP PR+50 IPA+15





Contournages/coordonnées polaires
Pôle



Pôle

Avant d'introduire les coordonnées polaires, il faut définir le pôle à l'aide de la touche CC.
Le pôle peut être introduit n'importe où dans le programme.
Le pôle est défini à partir de coordonnées cartésiennes en valeur absolue ou incrémentale.

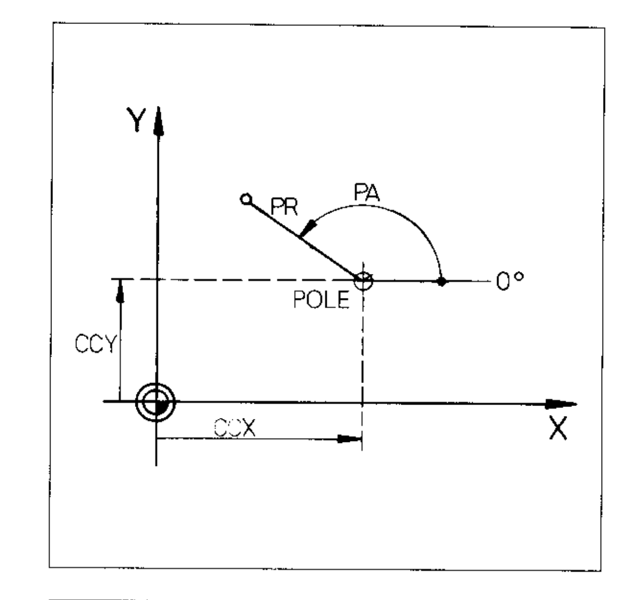
CC en valeur absolue: le pôle se réfère au point zéro pièce.

CC en valeur incrémentale: la pôle se réfère à la dernière position effective de l'outil.

Une séquence CC est programmée avec les coordonnées du plan d'usinage.

Exemple

CC X+60 Y+30



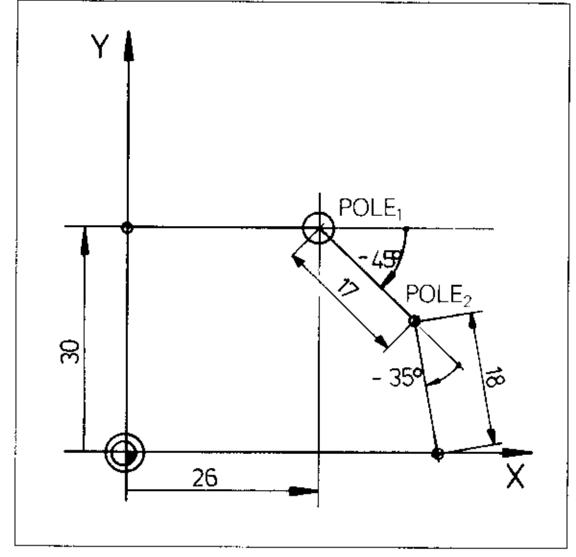
Prise en compte du pôle

La dernière position programmée est prise en compte comme pôle de sorte qu'aucune nouvelle donnée n'est introduite dans la séquence CC.

Ce type de prise en compte convient tout particulièrement aux tracés polygonaux (schéma ci-dessous).

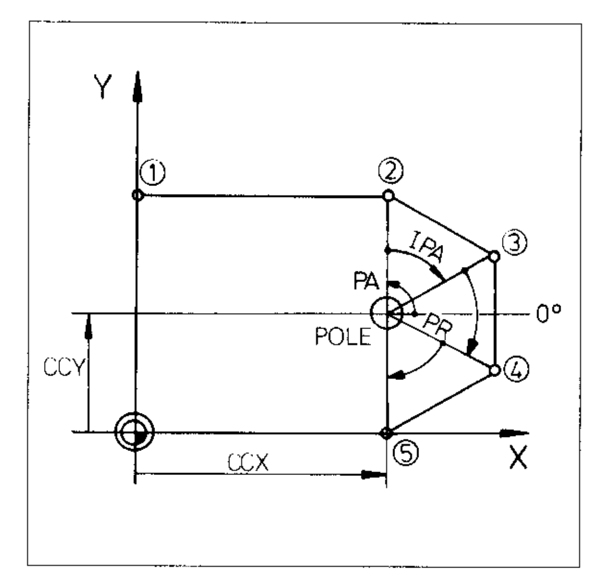
Exemple

L X+26 Y+30	
CC	POLE 1
LP PR+17 PA–45	
CC	POLE 2
LP PR+18 IPA–35	



Effet modal

Une définition de pôle est valable dans un programme donné tant qu'elle n'est pas remplacée par une autre définition ultérieure. Il n'est donc pas nécessaire de programmer à plusieurs reprises le même pôle.





Contournages/coordonnées polaires
Droite LP





Après avoir actionné la touche L, il faut en outre appuyer sur la touche P pour introduire une position donnée en coordonnées polaires.

Pour les pièces à symétrie de révolution, il est plus simple de programmer les positions en coordonnées polaires qu'en coordonnées cartésiennes dans la mesure où toute conversion est superflue.

Domaine

Domaine d'introduction en cas d'interpolation linéaire: absolu ou incrémental –360° à +360°.

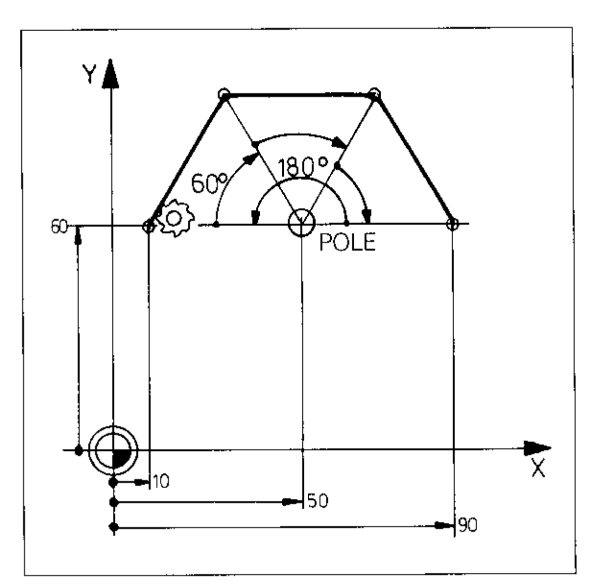
PA positif: angle dans le sens anti-horaire.
PA négatif: angle dans le sens horaire.

Exemple

Usinage d'un contour intérieur:

Programme

TOOL DEF 2 L+0 R2 TOOL CALL 2 Z S200	
CC X+50 Y+60	initialiser le pôle
L X+15 Y+50 R0 F1000 M3	aborder le point de départ par l'extérieur (coordonnées cartésiennes)
L Z–5 F100	effectuer la plongée
LP PR+40 PA+180 RR F200	aborder le 1[er] point du contour en tenant compte de la correction d'outil (coordonnées polaires)
LP IPA–60	2[ème] point
LP IPA–60	
LP IPA–60	dernier point du contour
L X+85 Y+50 R0	quitter le contour ne plus tenir compte de la correction!
L Z+50 R0 F9999 M2	dégager l'outil

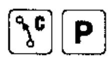




Contournages/coordonnées polaires
Contour circulaire CP



Contour circulaire



Si le point final de l'arc de cercle est programmé en coordonnées polaires, il suffit de donner l'angle polaire (en valeur incrémentale ou absolue). Le rayon est défini par la distance entre le centre de cercle et le point de départ de l'arc de cercle.



Lorsqu'on programme un contour circulaire en coordonnées polaires, l'angle PA et le sens de rotation DR peuvent être positif ou négatif. L'angle PA indique le point final de l'arc de cercle. Si l'angle PA est introduit en valeur incrémentale, son signe algébrique et celui du sens de rotation doivent être identiques. Schéma ci-contre: IPA négatif et DR négatif.



Plage angulaire

Plage d'introduction en cas d'interpolation circulaire: valeur absolue ou incrémentale de −5400° à +5400°.



Exemple

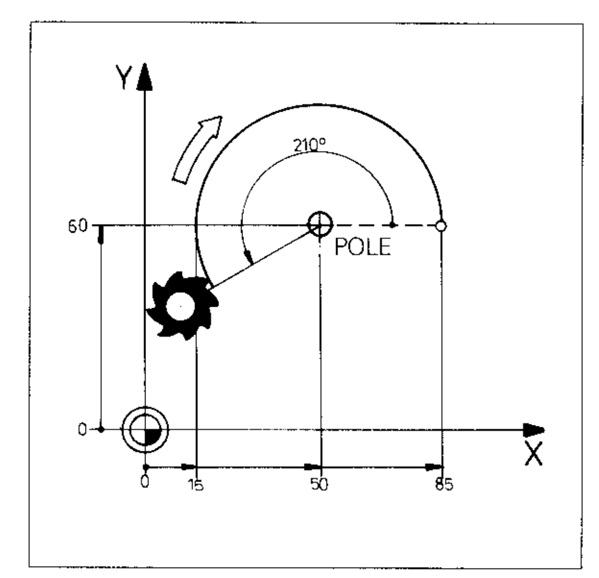
On doit fraiser un arc de cercle de rayon 35 dont le centre de cercle a pour coordonnées X+50, Y+60. Sens de rotation négatif.

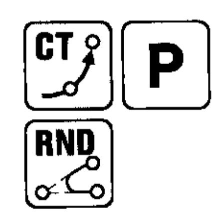
Programme

```
TOOL DEF 1 L+0 R5
TOOL CALL 1 Z S200
```

CC X+50 Y+60	Définir le centre de cercle
LP PR+35 PA+210 RL F200 M3	aborder le cercle (rayon de cercle de 35 mm)
C PA+0 DR- F300	Déplacement circulaire dans le sens horaire

Dans l'exemple ci-contre, le rayon est donné par la distance entre le POLE et le point de départ du cercle. R = 35 mm.





Contournages/coordonnées polaires
Cercle de raccordement CTP ou arrondis d'angle RND



Cercle de raccordement



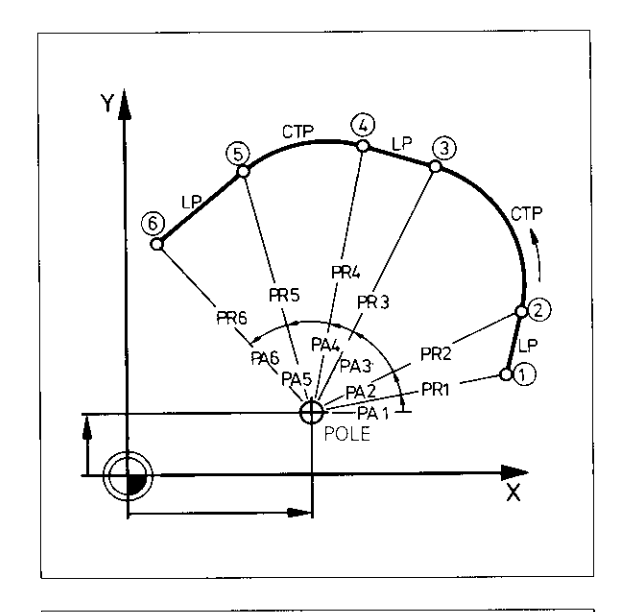
L'introduction du point final d'un arc de cercle de raccordement en coordonnées polaires facilite par exemple la programmation de cames de commande.

La touche CT fait en sorte que tout arc de cercle soit systématiquement raccordé par tangentement à l'élément de contour préalablement programmé.



Lorsque les points de transition ne sont pas calculés de façon très précise, les éléments de départ de l'arc de cercle peuvent "osciller".

Définir le pôle CC avant de programmer en coordonnées polaires!





Exemple

On définit un segment de droite entre les points ① et ② auquel est raccordé un arc de cercle très ouvert dont le point final correspond à la position ③. On connaît ainsi le rayon entre le centre de cercle et le point ③ et l'angle de direction.



Programme

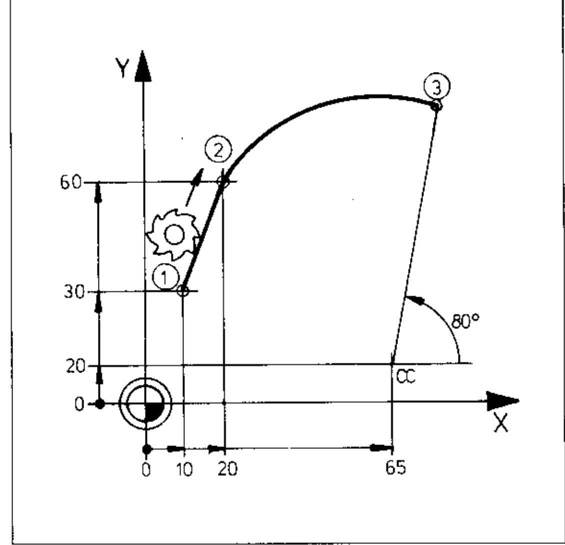
```
TOOL DEF 1 L+0 R4
TOOL CALL 1 Z S200

CC X+65 Y+20

L X+10 Y+30 RL F500 M3

L X+20 Y+60

CTP   PR+70   PA+80
```





La fonction "Arrondi d'angle" permet d'arrondir des coins cotés en coordonnées polaires (voir "Contournages circulaires/coordonnées cartésiennes, arrondis d'angle).

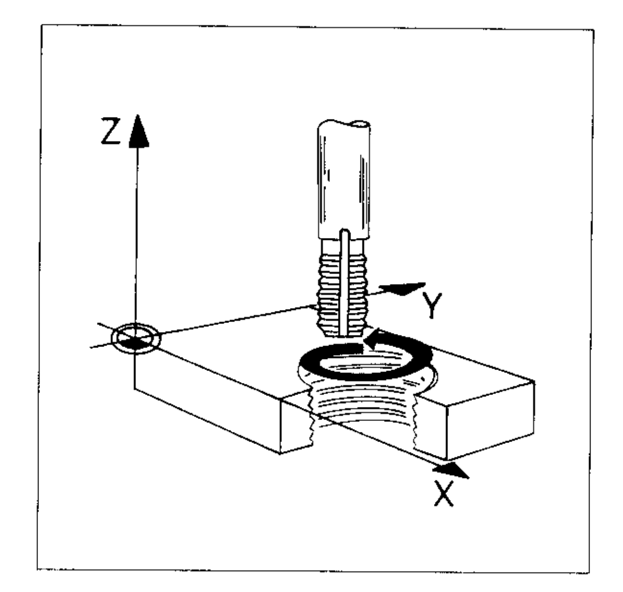



Contournages/coordonnées polaires
Interpolation hélicoïdale (CC + CP) + Z



Hélice

Si l'on déplace deux axes simultanément de sorte qu'un cercle soit décrit dans l'un des plans principaux (XY, YZ, ZX) au moment même où l'outil effectue un déplacement linéaire, l'outil décrit une hélice (interpolation hélicoïdale).



Utilisation

L'interpolation hélicoïdale peut être avantageusement utilisée avec des fraiseuses pour créer des taraudages et des filetages de grand diamètre ou des pattes d'araignée. On gagne de ce fait de nombreux coûts d'outillage.

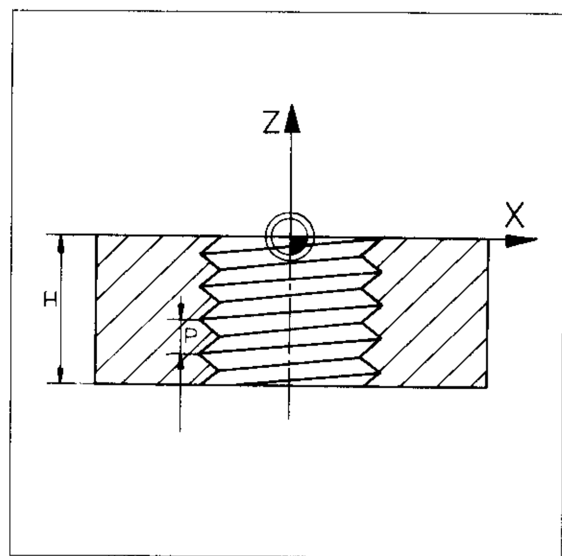
Données d'introduction

L'hélice doit être programmée en coordonnées polaires.

Programmer ensuite le POLE voire le CENTRE DE CERCLE CC.

Plage angulaire

On introduit l'angle total de rotation de l'outil comme **angle polaire PA en degré.**
IPA = nombre de rotations x 360°
Angle total de rotation: ± 5400°
(15 rotations complètes).



Hauteur

On introduit la hauteur totale H (= IZ) en réponse à la question "Coordonnées" pour l'axe d'outil (Z). On calcule le valeur à partir du pas de la vis et du nombre de rotations nécessaires de l'outil.
IZ = P · n, IZ = hauteur à introduire
P = pas de vis
n = nombre de passes
La hauteur totale peut être introduite en valeur incrémentale ou absolue.



Pas de vis

Il es particulièrement simple de programmer IZ et IPA pour une rotation complète; le nombre de passes est défini par une répétition de partie de programme REP.

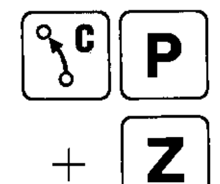
Correction de rayon

La correction de rayon est fonction

- du sens de rotation (vers la droite ou vers la gauche)
- du type de taraudage (intérieur ou extérieur)
- du sens de fraisage (sens positif/négatif du fraisage) (voir tableau ci-contre)

Taraudage	sens d'usinage	sens de rotation	correction de rayon
vers la droite	Z+	DR+	RL
vers la gauche	Z+	DR–	RR
vers la droite	Z–	DR–	RR
vers la gauche	Z–	DR+	RL

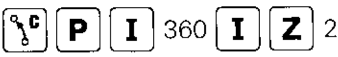
Filetage	sens d'usinage	sens de rotation	correction de rayon
vers la droite	Z+	DR+	RR
vers la gauche	Z+	DR–	RL
vers la droite	Z–	DR–	RL
vers la gauche	Z–	DR+	RR

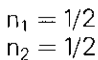


Contournages/coordonnées polaires
Interpolation hélicoïdale (CC + CP) + Z

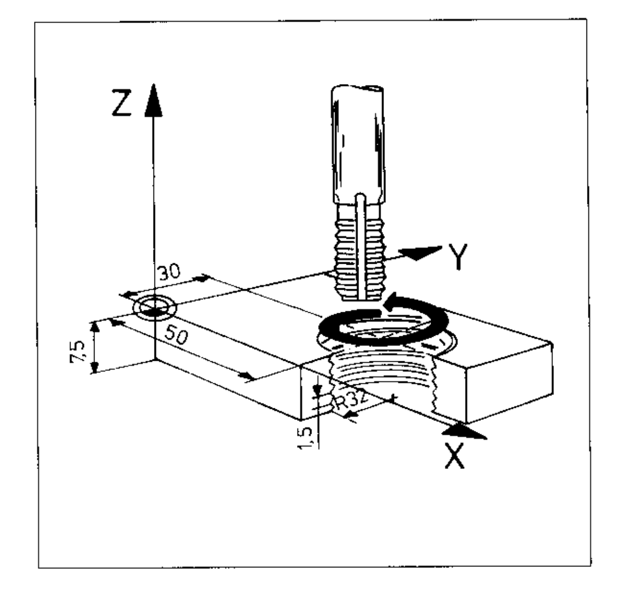


Exemple d'introduction

 360 I Z 2 — Point final

 Sens de rotation

CP IPA+360 IZ+2 DR+



Exemple

Un taraudage intérieur effectué dans le sens anti-horaire M64 x 1,5 doit être exécuté par un outil à plusieurs tranchants.

Taraudage

Caractéristiques du taraudage:

pas de vis	P = 1,5 mm
début du taraudage	$\alpha_a = 0°$
fin du taraudage	$\alpha_e = 0° = 360°$
nombre de rotations	$n_0 = 5$
dépassement de course des rotations:	
au début	$n_1 = 1/2$
à la fin	$n_2 = 1/2$

Calculs

Hauteur:
$IZ = P \cdot n = 1{,}5\ mm \cdot [5 + (2 \cdot 1/2)] = 9\ mm$

Ecart angulaire incrémental:
$IPA = 360° \cdot n = 360° \cdot [5 + (2 \cdot 1/2)] = 2160°$

Début du taraudage décalé de 180°:
angle initial $\alpha_s = \alpha_a + (-180°) = 0° + (-180°) = -180°$

Suite à la demi-rotation supplémentaire au début du taraudage, on a pour Z:
$Z = -P \cdot n = -1{,}5\ mm \cdot [5 + 1/2] = -8{,}25\ mm$

Programme

TOOL DEF 1 L+0 R20
TOOL CALL 1 Z S500

L X+50 Y+30	aborder le centre de perçage
CC	prendre en compte la position comme pôle
L Z–8,25 R0 FMAX M3	descendre l'outil à la **position initiale en Z**
LP PR+32 PA–180 RL F100	aborder la paroi en tenant compte du rayon R et de l'**angle initial α_s**
CP IPA+2160 IZ+9 DR+ RL F200	déplacement hélicoïdal avec **angle incrémental IPA** et **hauteur totale IZ**
L X+50 Y+30 M05	déplacement libre en XY
L Z+100 FMAX	déplacement libre en Z

Remarque

L'interpolation hélicoïdale ne peut être représentée avec le graphisme de test.



Approche et sortie du contour
Point initial et point final



Sélection du premier point de contour

Avant de programmer le contour, il importe de définir le premier point de contour pour lequel interviendra une **correction de rayon** donnée.

Point initial

On définit non loin du premier point de contour un **point de départ non corrigé** dont l'outil s'approche en avance rapide. Il faut remplir les conditions suivantes:

- approche du point sans risque de collision
- près du premier point de contour
- aux abords du matériau
- pas de dommage du contour lors de l'approche du premier point de contour.

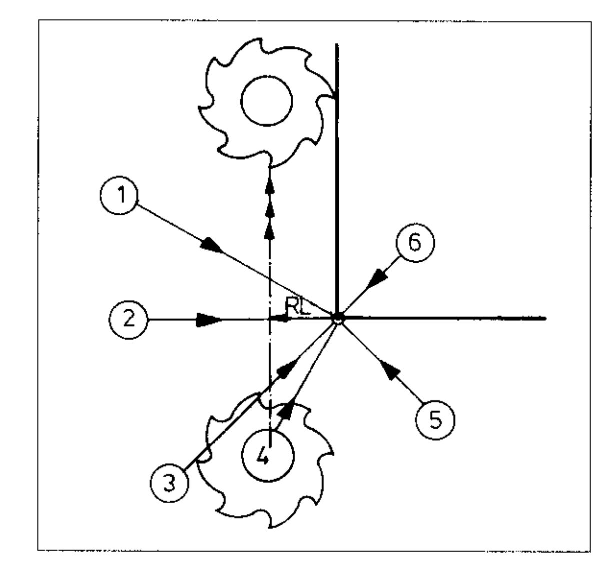
Approche directe

Si l'on usine sans faire appel à la fonction TNC "Aborder/quitter sur un cercle" (RND), il faut en outre veiller à ce qu'aucun dégagement n'ait lieu avec un changement de sens.

Points initiaux

① déconseillé	dégagement à cause du changement de sens de l'axe Y.
② déconseillé	
③ **approprié**	**même pour le point final**
④ **optimal**	situé dans le prolongement du contour corrigé
⑤ déconseillé	dommage du contour
⑥ interdit	

Pour la position de départ, on active R0.



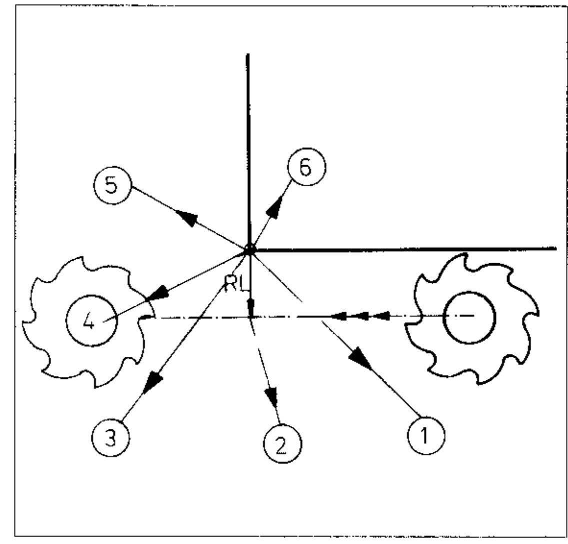
Points finaux

Si l'on choisit un **point final non corrigé,** les mêmes conditions sont requises que pour le point de départ.

Le point final optimal ④ est situé dans le prolongement du dernier élément de contour RL.

① + ② déconseillé	dégagement à cause du changement de sens de l'axe X.
③ **approprié**	**même pour le point initial**
④ **optimal**	situé dans le prolongement du contour corrigé
⑤ déconseillé	dommage du contour
⑥ interdit	

Dès que l'outil quitte le contour, R0 est activé.



Représentation
——— trajectoire programmée
_ . _ . _ trajectoire du centre de la fraise

Points initial et final communs

Lorsque le point initial et le point final ne font qu'un, le point ③ doit se trouver sur la bissectrice du premier et du dernier élément de contour.

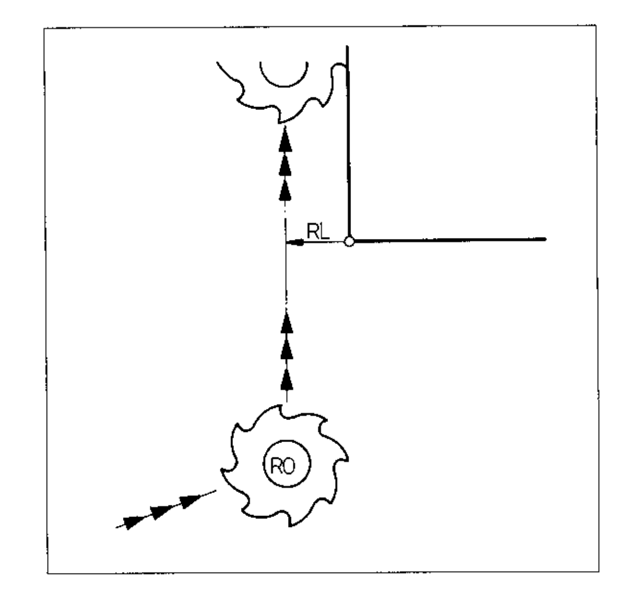
Approche et sortie du contour
Point initial et point final



Approche

La position initiale S doit être programmée sans correction de rayon d'outil (R0).

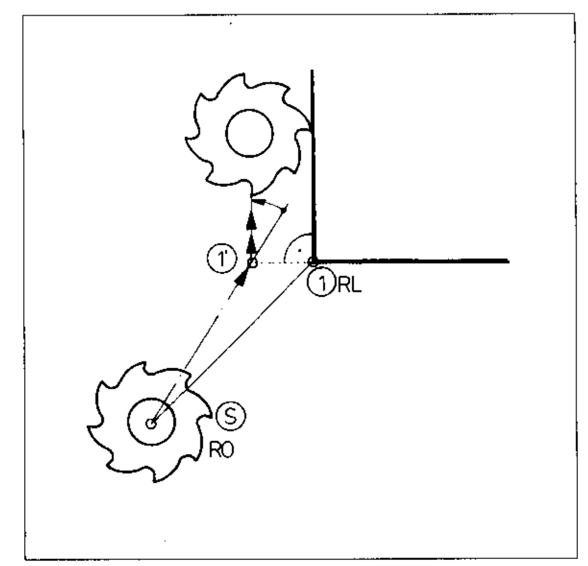
La commande amène l'outil suivant une trajectoire rectiligne depuis la position initiale S (R0) à la position 1' correspondant au premier point de contour qui, lui, fait l'objet d'une correction de rayon.
Le centre d'outil se déplace parallèlement au premier élément de contour (à une distance constante).



Sortie

Le contour de la pièce usiné, la commande amène l'outil lors du passage de RR/RL à R0 dans la dernière séquence faisant l'objet d'une correction de rayon d'outil (RL) à une position orthogonale par rapport à la fin du dernier élément de contour.

Puis on positionne l'outil à la prochaine position non corrigée (R0).

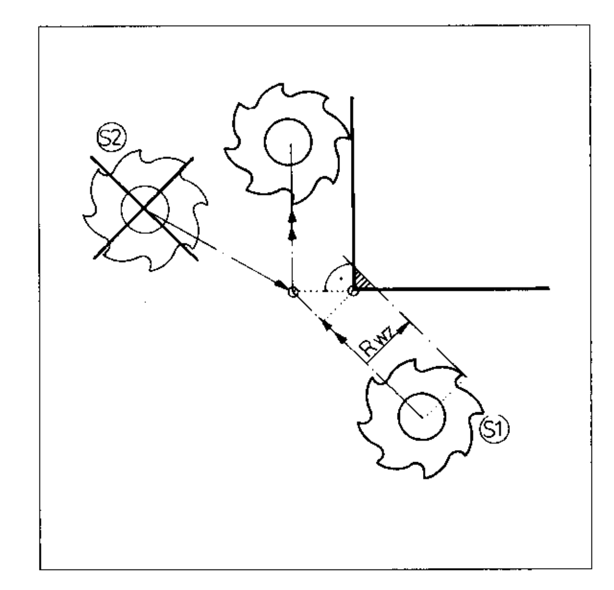


Approche à partir d'une position initiale incorrecte

Si la correction de rayon est activée dès S1, l'outil risque d'endommager le contour en son premier point.

Sortie

Les mêmes conditions sont à observer lors de la sortie de l'outil.





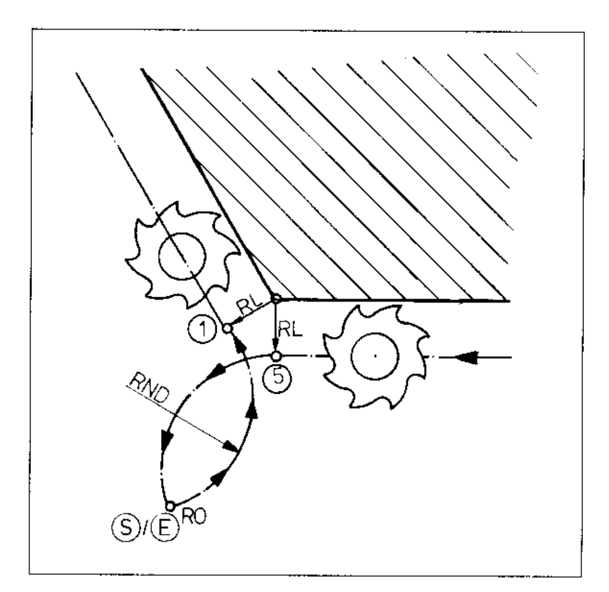
Approche et sortie du contour
suivant une trajectoire circulaire



Approche et sortie suivant une trajectoire circulaire

La TNC permet d'aborder et de quitter automatiquement les contours suivant une trajectoire circulaire.

On programme en appuyant sur la touche RND.



Approche

L'outil part de sa position initiale Ⓢ en suivant une trajectoire d'abord rectiligne puis circulaire raccordée par tangentement au contour devant être usiné.

Le point initial peut être librement sélectionné et doit être abordé après programmation de R0.

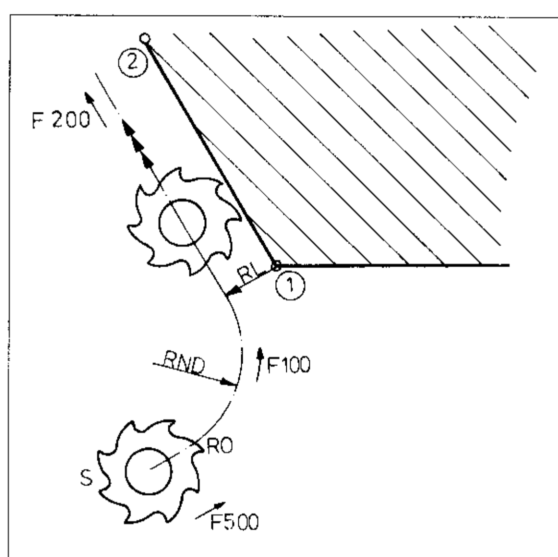
On doit programmer RL voire RR dans la séquence de positionnement linéaire permettant d'aller au point ①.

Puis on programme une séquence RND.

Sortie

L'outil quitte le contour en son point ⑤ en suivant d'abord une trajectoire circulaire raccordée au contour par tangentement puis une droite tangentant l'arc de cercle parcouru pour arriver enfin au point final Ⓔ.

La séquence de positionnement permettant d'amener l'outil au point final doit être programmée sans correction de rayon (R0).



Cercle d'entrée/ cercle de sortie

Le rayon R doit être plus court que celui de l'outil. Il doit être suffisamment court pour permettre l'exécution d'un arc de cercle entre Ⓢ et ① voire ⑤ et Ⓔ.

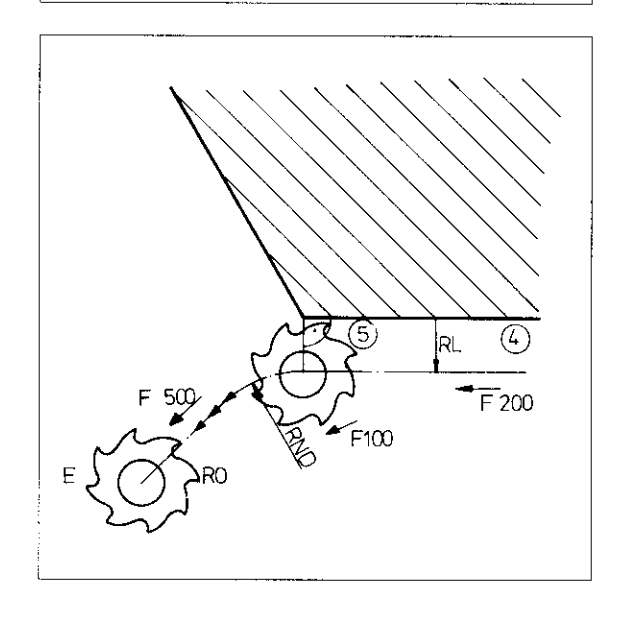
Avance

On programme séparément dans une séquence RND une avance donnée correspondant à la vitesse de déplacement de l'outil lorsqu'il aborde et quitte la pièce suivant un arc de cercle.

Schéma de programme

L X_S Y_S Z_S **R0 FMAX**
L X_1 Y_1 **RL F500**
RND 2.5 F100
L X_2 Y_2 F200
:

:
L X_5 Y_5 **RL F200**
RND 2.5 F100
L X_E Y_E **R0 F500**
Z200 FMAX



Séquences importantes

Avant et après la séquence RND, on programme une séquence de positionnement dans laquelle sont introduites les deux coordonnées du plan d'usinage.

Approche suivant une trajectoire circulaire:

Programmer une séquence RND à la suite de la première position corrigée (RL/RR).

Sortie suivant une trajectoire circulaire:

Programmer une séquence RND entre la dernière position avec correction de rayon (RR/RL) et le premier point sans correction (R0).

Fonctions M prédéfinies
Vitesse de contournage constante: M90



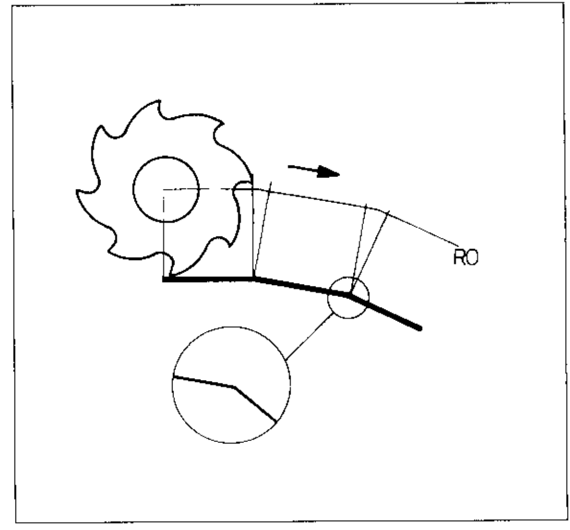
Comportement standard: réduction de la vitesse d'avance lors de l'usinage des coins

En cas de trajectoires intermédiaires angulaires, tels que les angles intérieurs et contours avec R0, le déplacement des axes est brièvement interrompu puisqu'un brusque changement de direction est impossible sur le plan technique.

On ménage ainsi la mécanique de la machine et réalise des coins parfaitement dessinés.

Pour certaines tâches, il est préférable de ne pas arrêter au niveau des coins.

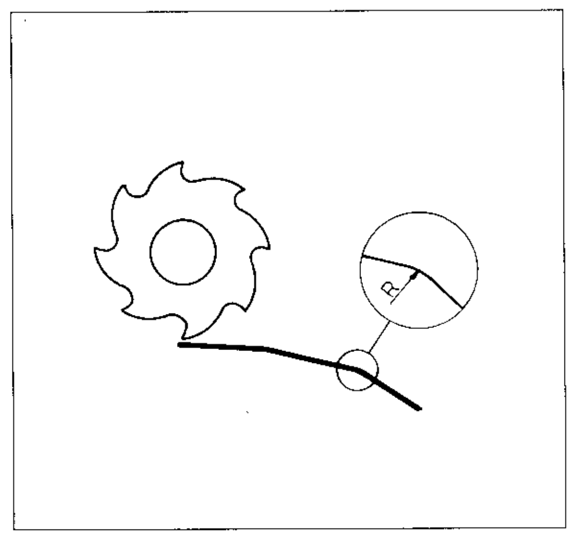
Exemple:
Un contour constitué de nombreux déplacements linéaires pour réaliser une surface donné. On veut volontairement légèrement arrondir les coins.



Sans M90

M90

Si **M90** est programmé dans une séquence, les coins sont **arrondis.**
La pièce est alors plus lisse et peut donc être plus rapidement usinée.
M90 empêche l'arrêt des déplacements d'axe séquence par séquence dans les angles ou lorsque R0 est actif.



Avec M90

Inconvénients

Surcharge de la mécanique en cas de trop brusques changements de direction et risque de dépassement de la limité de sécurité (définie par le constructeur de la machine).

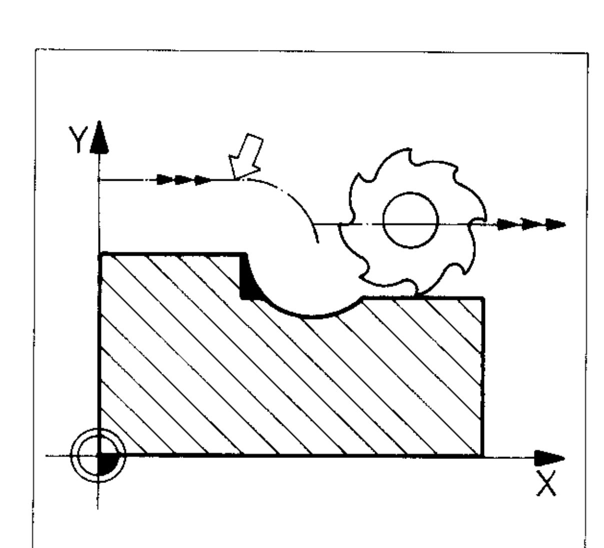
Particularités

L'effet de M90 est directement fonction des paramètres machine. Pour de plus amples renseignements, prendre contact avec le constructeur de la machine.

Fonctions M prédéfinies
Petits éléments de contour M97



Lorsqu'un élément de contour est **plus court** que le rayon d'outil, la réalisation traditionnelle d'un cercle de transition risque d'engendrer un dommage du contour.
Aussi la commande délivre-t-elle un message d'erreur: la séquence de positionnement correspondante n'est donc pas exécutée.



Sans M97

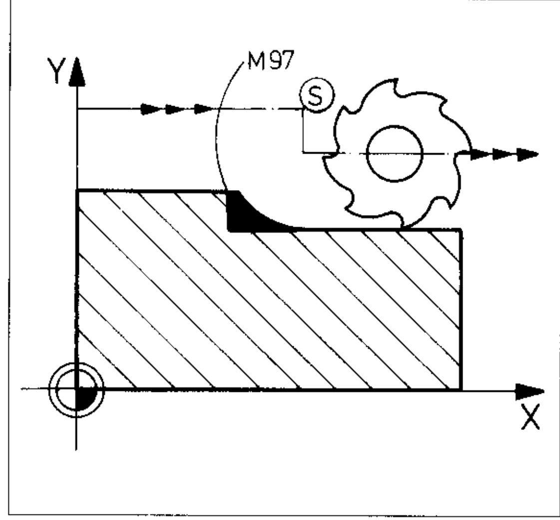
M97



M97 rend superflue toute insertion de cercle de transition. La commande calcule un point d'intersection Ⓢ comme pour les angles et amène l'outil à ce point. Le contour n'est ainsi pas endommagé.

L'usinage est de ce fait moins incomplet.
Le cas échéant, le coin doit faire l'objet d'un usinage complémentaire.
On peut avoir recours en outre à un outil plus petit.

M97 est actif pas à pas et doit être programmé dans la séquence dans laquelle le coin est programmé.

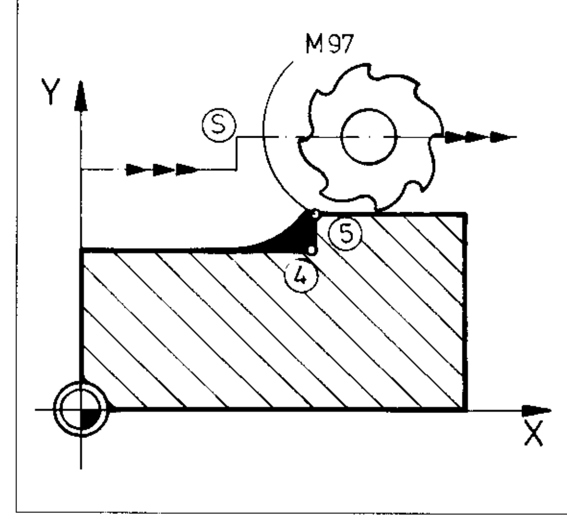


Avec M97

Exemple

```
TOOL DEF 1 L+0 R10
TOOL CALL 1 Z S 100

L X+10 Y+30 RL F200 M3    ①
L X+40 Y+30 M97           ②
L X+40 Y+28               ③
L X+80 Y+28               ④
L X+80 Y+30 M97           ⑤
L X+100 Y+30
```



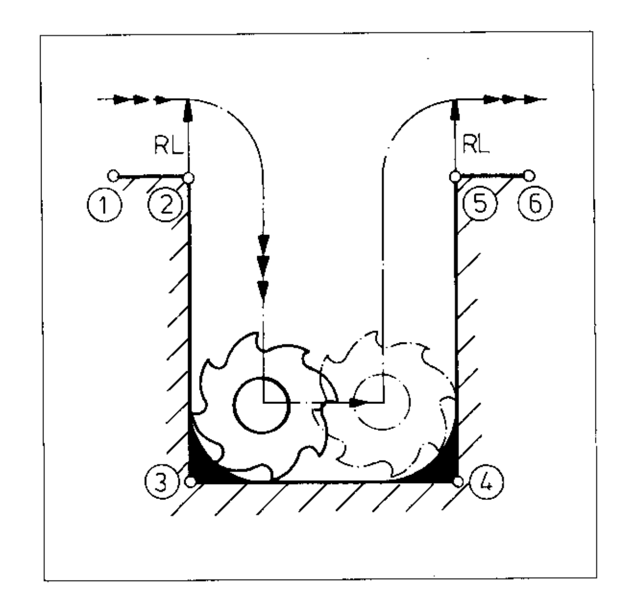
Avec M97

Fonctions M prédéfinies
Fin de contour: M98



Angle, correction traditionnelle

Lorsque l'on usine un angle sur un contour faisant l'objet d'une correction d'outil, l'outil se déplace jusqu'au point d'intersection des droites équidistantes (voir schéma ci-contre).
Tout usinage complet est impossible aux positions ③ et ④.



M98

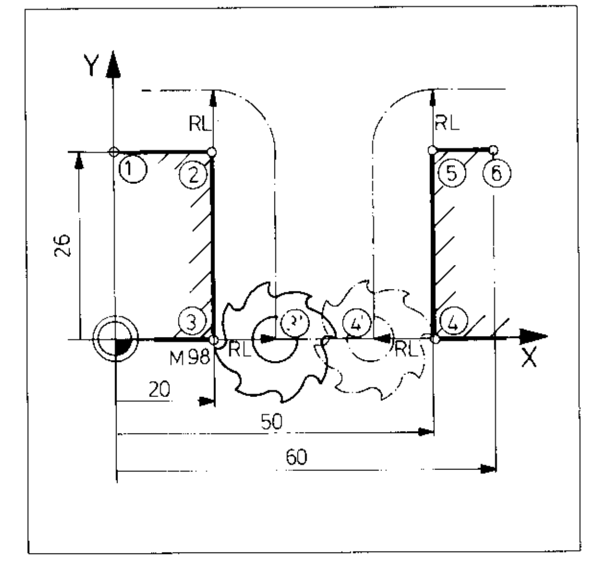
Le schéma du milieu présente deux pièces distinctes. Les positions ③ et ④ ne sont pas dépendantes l'une de l'autre.
L'outil doit donc se déplacer verticalement jusqu'aux positions ③' et ④'.

Si on programme une position avec M98, la correction de contour de cet élément est active jusqu'à son point final et uniquement pour la **séquence concernée.**
Aucun point d'intersection n'est calculé, en d'autres termes aucun cercle de transition n'est exécuté au niveau de la position finale de sorte que l'outil se déplace verticalement en passant par le point final du contour.

Dans la séquence suivante ④, M98 n'est plus actif.

On aborde la position ④' verticalement en passant par ④.

Le contour est ainsi complètement usiné aux positions ③ et ④.

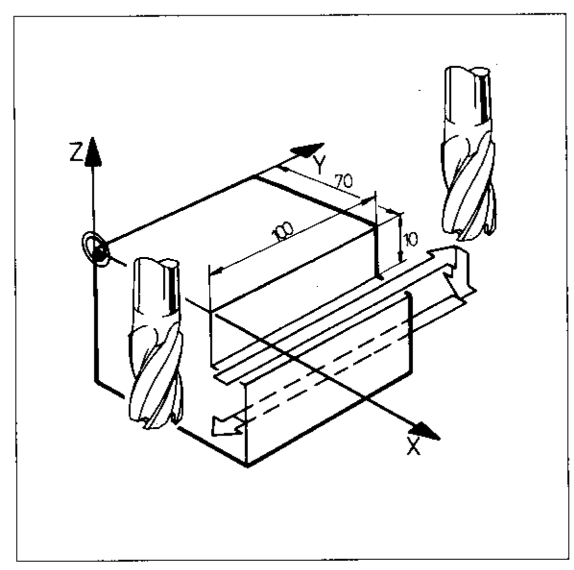


Exemple

L X+0 Y+26 RL F100	①
L X+20 Y+26	②
L X+20 Y+0 M98	③
L X+50 Y+0	④
L X+50 Y+26	⑤
L X60 Y26	⑥

Fraisage à coupes parallèles avec M98

Fraisage à coupes parallèles avec plongées en Z.



Exemple

TOOL DEF 1 L+0 R5 TOOL CALL 1 Z S200	
L X+70 Y–10 RR FMAX M3	prépositionnement
L Z–10 FMAX	plongée
L Y+110 F200 **M98**	fraiser par coups parallèles
L Z–20 FMAX	seconde plongée
L Y+110 RL F200	prépositionnement
L Y–10 **M98**	fraiser à coupes parallèles

Fonctions M prédéfinies
Coordonnées machine M91/M92



Lors de la programmation de M91 et M92, les valeurs de position nominales correspondent à des valeurs définies en fonction de la machine et indépendamment du point zéro pièce déterminé manuellement.

M91

Quand M91 est programmé, les valeurs de position nominales se réfèrent au point zéro règle.
Sur les systèmes de mesure linéaire avec marques de référence à distance codée, le point zéro règle se trouve à l'extrémité négative de la plage de mesure. Sur les systèmes de mesure linéaire avec une seule marque de référence, le point zéro règle est défini par la marque de référence et caractérisé par l'étiquette "RM".

M92

Quand M92 est programmé, les valeurs de position nominales se réfèrent au point zéro machine.
Le constructeur de la machine vous fera part de la position du point zéro règle et du point zéro machine.

Utilisation

Les fonctions auxiliaires M91 et M92 sont par exemple utilisées

- pour aborder des points définis en fonction de la machine
- pour aborder la position de changement d'outil.

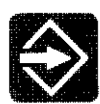
Affichage des coordonées machine

On peut choisir d'afficher les coordonnées du point zéro règle en appuyant sur la touche MOD (voir chapitre Z, fonctions MOD).





Sauts de programme
Généralités



Sauts dans le programme

Dans le cadre d'un même programme, on peut effectuer les sauts suivants:

- **répétition de partie de programme**
- **appel de sous programme**
- **saut conditionnel**
- **saut inconditionnel**

Niveaux d'imbrication:
Dans une répétition de partie de programme ou un sous programme, on peut appeler une autre répétition de partie de programme ou un sous programme (max. 8).

Exemples:

CALL LBL 4 REP 3/3

CALL LBL 7

IF Q5 GT0 GOTO LBL 12

IF 0 EQU 0 GOTO LBL 8

Sauts dans un autre programme

En partant d'un programme d'usinage donné, on peut sauter dans n'importe quel autre programme, pourvu qu'il soit mémorisé dans la CN.
On programme un saut dans un autre programme comme suit:

- **appel de programme** ou avec
- **cycle 12: PGM CALL**

Niveaux d'imbrication:
On peut appeler dans un programme, lui-même appelé, d'autres programmes (max. 4).

Exemples:

CALL PGM 3

CYCL DEF PGM CALL PGM 3
.
.
.
L X+50 M99



Sauts dans le programme
Marques de programme (label)



Label

Lors de la programmation, on peut définir des labels (marques de programme) afin de caractériser le début d'un sous programme ou un répétition de partie de programme.
On peut sauter à ces labels lors du déroulement du programme (par exemple pour exécuter le sous-programme concerné).

Définition de label



On définit un label en actionnant la touche "LBL SET". Les numéros de label entre 1 et 254 ne doivent être attribués dans le programme qu'une seule fois.

Label 0

Le numéro de label 0 désigne par principe la fin d'un sous programme (voir sous-programme) et constitue ainsi une marque de saut en arrière. Il peut donc intervenir à plusieurs reprises dans un même programme.
LBL 0 ne doit en aucun cas être appelé!

Appel d'un numéro de label



Le dialogue est ouvert en actionnant la touche "LBL CALL".

Dans un programme donné, LBL CALL permet

- d'appeler des sous programmes
- de programmer des répétitions de partie de programme.

Chaque numéro de label (1 à 254) peut être appelé aussi souvent que souhaité.
Le label 0 ne doit en aucun cas être appelé.

```
0 BEGIN PGM 1 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+3
4 TOOL CALL 1 Z S 500
5 CYCL DEF 1.0 TARAUDAGE
6 CYCL DEF 1.1 DIST. -2
7 CYCL DEF 1.2 PROF. -20
8 CYCL DEF 1.3 APPR. -6
9 CYCL DEF 1.4 TEMP. 0
10 CYCL DEF 1.5 F120
11 L Z+50 R0 FMAX M06
12 L X+10 Y+20 R FMAX M03
13 L Z+2 FMAX
14 CALL LBL 1 REP
15 L X+20 Y+50 FMAX
16 CALL LBL 1
17 L X+10 Y+80 FMAX
18 CALL LBL 1
19 L Z+50 R0 FMAX M02

20 LBL 1
21 CYCL CALL M
22 LBL 2
23 L IX+10 R FMAX M99
24 CALL LBL 2 REP 5 /5
25 LBL 0
26 END PGM 1 MM
```

Explications concernant le cycle utilisé perçage profond: cf. cycles d'usinage

Répétition de partie de programme

On introduit le nombre de répétitions requis en réponse à la question "REP. PARTIE PGM ?".

Sous-programmes

Pour tout appel de sous-programme, on répond à la question en appuyant sur la touche "NO ENT".

Messages d'erreur

SAUT AU LABEL 0 INTERDIT
Interdiction de sauter (CALL LBL 0).

NUMERO DE LABEL ATTRIBUE
Chaque numéro de label (excepté LBL 0) ne doit être attribué qu'**une fois pour toute** dans un programme donné.



Sauts dans le programme
Répétition de partie de programme



Répétition de partie de programme

Une partie de programme en cours peut être directement exécutée à nouveau dès que l'usinage a pris fin. Dans ce cas, on parle de répétition de partie de programme.

LBL SET

Le début d'une partie de programme devant être répétée est désignée par un numéro de label.

LBL CALL REP avec valeur numérique

Puis on appelle le numéro de label conjointement au nombre de répétitions souhaité REP.

On peut répéter une partie de programme au maximum 65534 fois.

```
.
.
.
22 LBL 2
23 L IX+10   FMAX M99
24 CALL LBL 2 REP 5 /5
.
.
.
```

Saut en arrière ou en avant

Une répétition de partie de programme est toujours exécutée du début jusqu'à la fin, à savoir jusqu'à LBL CALL.
Il est donc pertinent d'effectuer un saut en arrière dans le programme. En d'autres termes, la marque de programme appelée (LBL SET) doit porter un numéro de séquence inférieur à celui d'où elle est appelée (LBL CALL).

Déroulement de programme

La commande exécute le programme principal jusqu'à ce que soit appelé le numéro de label requis.
Puis un saut en arrière est effectué à la marque de programme appelée et la partie de programme est appelée. Est affiché le nombre des répétitions en suspens moins 1: REP 2/1.
Après un nouveau saut en arrière, la partie de programme est exécutée une seconde fois.
Lorsque toutes les répétitions ont été effectuées (affichage: REP 2/0), on poursuit le déroulement du programme principal).

Une partie de programme est toujours exécutée une fois de plus que n'est programmée une répétition.

```
.
.
.
22 LBL 2

23 L IX+10
   FMAX M99

24 CALL LBL 2
   REP 5 /5
.
.
.
```

Message d'erreur IMBRICATION TROP IMPORTANTE

On a programmé un saut dans le programme de manière erronée:

1. On a voulu programmer une répétition de partie de programme mais on a omis d'introduire la valeur REP correspondant au nombre de répétitions souhaité.
   Si on ne répond rien à la question REP (actionnement de la touche "NO ENT"), la partie de programme est considérée comme sous programme sans fin correcte: l'appel du numéro de label est réitéré 8 fois.
   Pendant le déroulement de programme et dans un test de programme, le message d'erreur apparaît à l'écran au bout de la huitième répétition.
2. Le sous-programme a été programmé sans LBL 0.



Sauts dans le programme
Répétition de partie de programme



Initialisation de marque de programme

Exemple:



La marque de programme 1 (label 1) est initialisée.

:

Répétition d'une partie de programme en tant que LBL

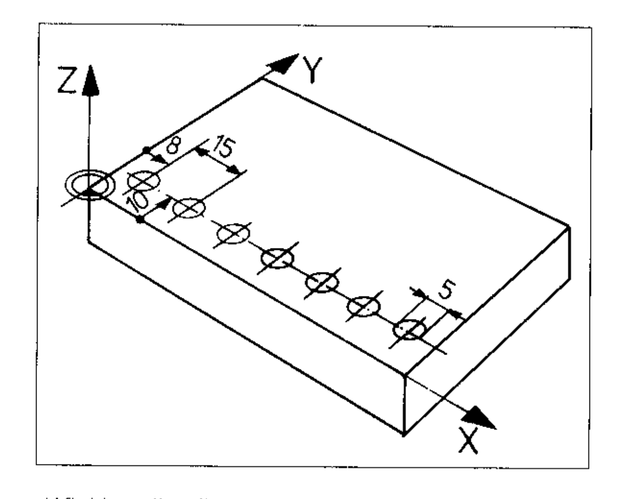


répétition par 6 à partir de LBL 1.
La partie de programme entre LBL 1 et CALL LBL 1 est exécutée à 7 reprises.

Exemple Série de trous

La série de 7 perçages représentée ci-contre doit être exécutée en appelant une répétition de partie de programme.

Afin de simplifier la programmation, on prépositionne l'outil avant le début de la répétition (prépositionnement décalé vers la gauche à une distance correspondant à une valeur d'incrément).



Programme

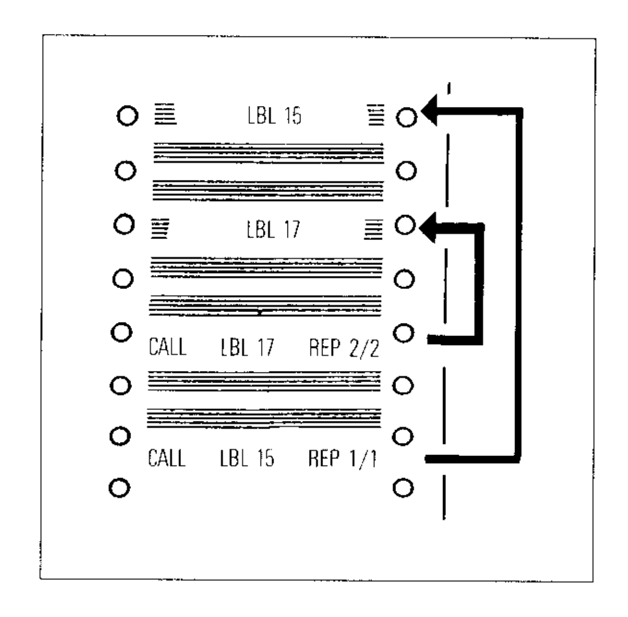
TOOL DEF 1 L+0 R2,5	définition d'outil
TOOL CALL 1 Z S200	appel d'outil
L X–7 Y+10 Z+2 R0 FMAX M3	prépositionnement
LBL 1	début de la répétition de partie de programme
L IX+15 FMAX	écart correspondant à la valeur d'un incrément entre chaque perçage, avance rapide
L Z–10 F100	profondeur de perçage absolue, avance de perçage
L Z+2 FMAX	hauteur de retrait absolue, avance rapide
CALL LBL 1 REP 6	appel des répétitions

Imbrication de répétitions

Le programme est exécuté jusqu'au saut au LBL 17 (CALL LBL 17).
La partie de programme neutre LBL 17 et CALL LBL 17 est en plus répétée à deux reprises.

Puis la commande continue à exécuter le programme principal jusqu'au saut au LBL 15 (CALL LBL 15).

La partie de programme est répétée un fois jusqu'à CALL LBL 17 REP 2/2 et la partie de programme imbriquée est quant à elle réitérée deux fois de suite.
Puis la commande poursuit l'exécution du programme principal.





Sauts dans le programme
Sous-programme



Sous-programme Si une partie de programme donnée doit être appelée à plusieurs reprises dans un même programme, elle peut être transformée en sous-programme ce qui permet de simplifier la programmation.

Début de sous-programme Le début d'un sous-programme est caractérisé par un **numéro de label** librement défini.

Fin de sous-programme La fin d'un sous-programme est par principe désignée par le **numéro de label 0.**

Les différents sous-programmes peuvent donc être appelés à volonté dans le programme principal suivant l'ordre souhaité de votre choix.

```
.
.
.
14 CALL LBL 1
15 L X+20 Y+50
16 CALL LBL 1
17 L X+10 Y+80
18 CALL LBL 1
19 L Z+50 R0 FMAX M02

20 LBL 1
21 CYCL CALL M
22 LBL 2
23 L IX+10 R FMAX M99
24 CALL LBL 2 REP 5 /5
25 LBL 0

26 END PGM 1 MM
```

Pas de répétition REP avec 

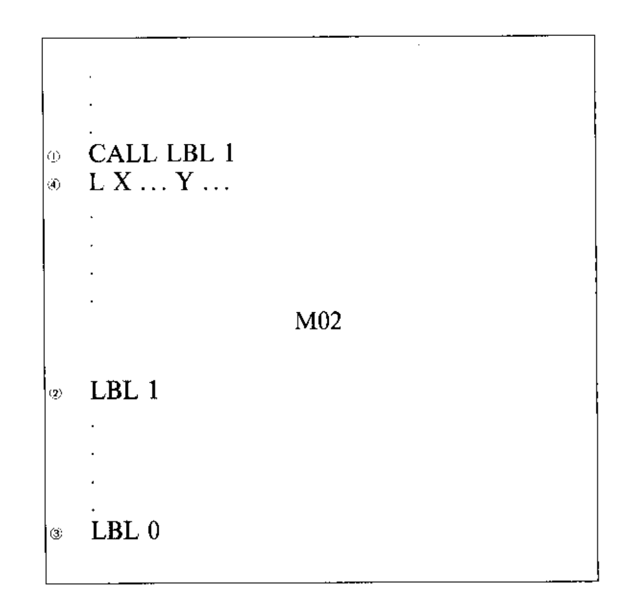
Lorsqu'on appelle un sous-programme avec LBL CALL, on répond à la question "REPETITION REP ?" en appuyant sur la touche "NO ENT".
Un sous-programme peut être appelé à un endroit quelconque du programme principal (et non dans le cadre du même sous-programme).

Déroulement de programme La commande exécute le programme principal jusqu'à ce que soit appelé le sous-programme ①.

Puis un saut est effectué à la marque de programme ②.

Le sous-programme 1 est exécuté jusqu'au label 0 ③ (fin de sous-programme).

Puis retour au programme principal.
On poursuit le programme principal avec la séquence ④ qui suit l'appel de sous-programme.



Par souci de clarté, les sous-programme devant être écrits à la suite du programme principal (précédé de M2 voire M30).
Si le sous-programme figure dans le programme principal, il est exécuté pendant le déroulement de programme sans qu'il soit nécessaire de l'appeler.

Messages d'erreur Si un appel de sous-programme n'est pas correctement programmé, par ex. fin de programme sans LBL 0 ou répétition REP avec valeur numérique, le message d'erreur

IMBRICATION TROP IMPORTANTE

apparaît à l'écran.



Sauts dans le programme
Sous-programme



Exemple d'introduction: Sous-programme 2

```
BEGIN PGM 1 MM
:
:
```

[LBL CALL] 2 [ENT] [NO ENT] — Le sous-programme 2 est appelé dans le programme principal.

Fin avec "NO ENT".

```
.
.
.
L Z100 FMAX M2
```
Déplacement libre et retour au début

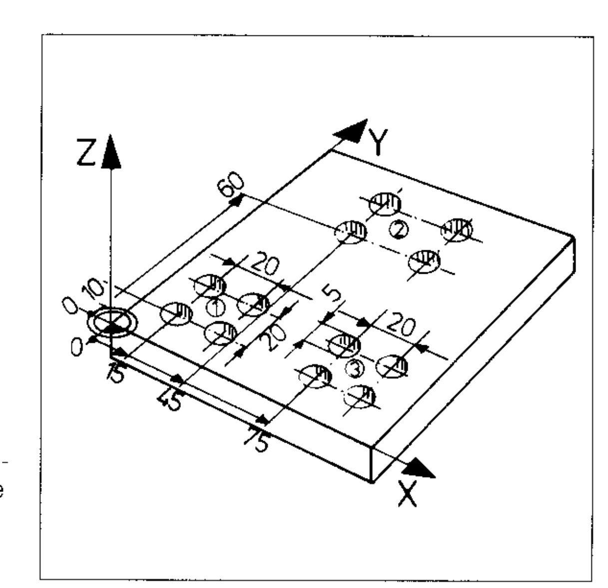
```
  LBL 2
```
Début du sous-programme 2

```
  .
  .
  .
  LBL 0
```
Fin du sous-programme 2

```
END PGM 1 MM
```
Fin du programme principal

Exemple

Une série de quatre perçages est programmée sous forme de sous-programme et exécutée à trois endroits différents.



Programme

TOOL DEF 1 L+0 R2,5 TOOL CALL 1 Z S200	
CYCL DEF PERCAGE PROFOND DIST. -2 PROF. -20 APPR. -10 TEMP. 0 AVANCE F100	
L X+15 Y+10	Aborder la position ① à partir de laquelle sera exécutée la première série de perçages
R0 FMAX M3	
L Z+2 FMAX	
CALL LBL 2	Appel de sous-programme
L X+45 Y+60 FMAX	Aborder la position ② à partir de laquelle sera exécutée la seconde série de perçages
CALL LBL 2	Appel de sous-programme
L X+75 Y+10 FMAX	Aborder la position ③ à partir de laquelle sera exécutée la troisième série de perçages
CALL LBL 2	Appel de sous-programme
L Z+50 FMAX M2	Déplacement de l'axe d'outil
LBL 2	Début de sous-programme
CYCL CALL	Appel de cycle (perçage)
L IX+20 FMAX M99	Déplacement en incrémental, perçage
L IY+20 FMAX M99	Déplacement en incrémental, perçage
L IX–20 FMAX M99	Déplacement en incrémental, perçage
LBL 0	Fin de sous-programme

M99 = Appel de cycle pas à pas

Renvoi

Vous trouverez une explication du cycle "Perçage profond" dans le chapitre "Cycles d'usinage".





Sauts dans le programme
Imbrication



Imbrication de sous-programmes

Le programme principal est exécuté jusqu'à ce que soit donné l'ordre de sauter au label 17 (CALL LBL 17).

Puis on exécute le sous-programme LBL 17, dans lequel on appelle le LBL 20. Au cours de l'exécution du LBL 20, on appelle de même le LBL 53. Celui-ci est exécuté sans interruption jusqu'au LBL 0 (fin de sous-programme).
Après la fin (LBL 0) du dernier sous-programme (LBL 53), on effectue des sauts en arrière successifs permettant de revenir au programme principal.

L'exécution du programme principal est reprise directement à la suite de l'appel CALL LBL 17.

Un sous-programme n'est considéré exécuté que lorsqu'il est clôturé par LBL 0.

```
BEGIN PGM 12 MM
:
CALL LBL 17
:
M2
---------------
LBL 17
:
CALL LBL 20
:
LBL 0

LBL 20
:
CALL LBL 53
:
LBL 0

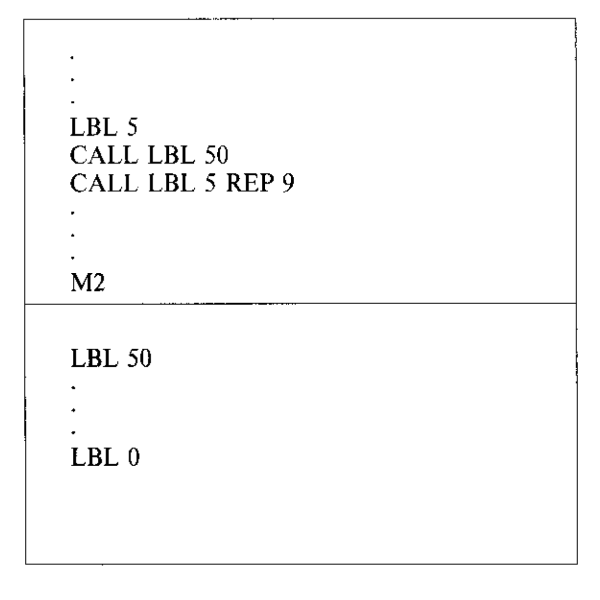
LBL 53
:
LBL 0

END PGM 12 MM
```

Répétition de sous-programmes

L'imbrication permet de répéter à plusieurs reprises le même sous-programme:

Le sous-programme 50 est appelé dans le cadre d'un répétition de partie de programme.
Cet appel de sous-programme constitue l'unique séquence de la répétition de partie de programme.
Il faut veiller à ce que le sous-programme soit exécuté une fois de plus que ne sont programmées les répétitions.



```
.
.
.
LBL 5
CALL LBL 50
CALL LBL 5 REP 9
.
.
M2
---------------
LBL 50
.
.
LBL 0
```

Sauts dans le programme
Exemple: série de perçages avec différents outils

Opération Tout comme dans l'exemple "Série de quatre perçages à trois endroits différents" (voir Sauts dans le programme, Sous-programme), on va procéder à trois séries de perçages, mais, cette fois-ci, avec trois outils différents.

Remarque Vous trouverez les explications propres aux cycles "Perçage profond" et "Taraudage" en vous reportant au chapitre Cycles d'usinage.

	Programme	Commentaire
	0 BEGIN PGM 183 MM	
	1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z–20	
	2 BLK FORM 0.2 X+110 Y+100 Z+0	
	3 TOOL DEF 25 L+0 R+2.5	
	4 TOOL DEF 30 L+0 R+3	
	5 TOOL DEF 35 L+0 R+3.5	
Plongée	6 CYCL DEF 1.0 PERCAGE PROFOND	
	7 CYCL DEF 1.1 APPR. –2	
	8 CYCL DEF 1.2 PROFONDEUR –3	
	9 CYCL DEF 1.3 PLONGEE –3	
	10 CYCL DEF 1.4 TEMPORISATION 0	
	11 CYCL DEF 1.5 F100	
	12 TOOL CALL 35 Z S 500	
	13 CALL LBL 1	Appel: sous-programme 1
Perçage profond	14 CYCL DEF 1.0 PERCAGE PROFOND	
	15 CYCL DEF 1.1 APPR –2	
	16 CYCL DEF 1.2 PROFONDEUR –25	
	17 CYCL DEF 1.3 PLONGEE –6	
	18 CYCL DEF 1.4 TEMPORISATION 0	
	19 CYCL DEF 1.5 F50	
	20 TOOL CALL 25 Z S 1000	
	21 CALL LBL 1	
Taraudage	22 CYCL DEF 2.0 TARAUDAGE	
	23 CYCL DEF 2.1 APPR –2	
	24 CYCL DEF 2.2 PROFONDEUR –15	
	25 CYCL DEF 2.3 TEMPORISATION 0	
	26 CYCL DEF 2.4 F100	
	27 TOOL CALL 30 Z S 250	
	28 CALL LBL 1	
	29 L Z+50 R0 FMAX M2	Déplacer l'axe broche, saut en début de programme
Sous-programme 1	30 LBL 1	
	31 L X+15 Y+10 R0 FMAX M3	aborder la série de perçage ①
	32 L Z+2 FMAX	respecter la distance d'approche
	33 CALL LBL 2	appel: sous-programme 2
	34 L X+45 Y+60 FMAX	aborder la série de perçages ②
	35 CALL LBL 2	
	36 L X+75 Y+10 FMAX	aborder la série de perçages ③
	37 CALL LBL 2	
	38 LBL 0	
Sous-programme 2	39 LBL 2	
	40 CYCL CALL	appel de cycle (plongée, perçage profond, taraudage)
	41 L IX+20 M99	
	42 L IY+20 M99	
	43 L IX–20 M99	
	44 LBL 0	
	45 END PGM 183 MM	M99 = appel de cycle à chaque séquence

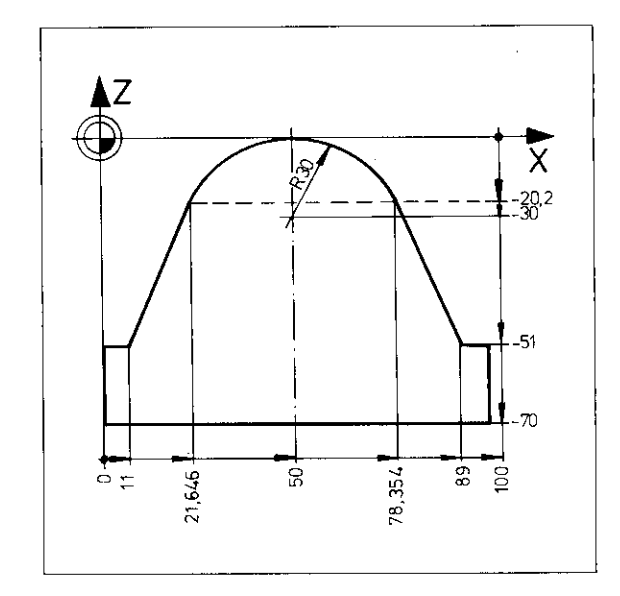
Sauts dans le programme
Exemple: corps géométrique à plat

Opération

Une fraise cylindrique doit usiner dans un corps parallélépipédique le contour géométrique figurant ci-contre: on effectue, suivant l'axe Y, une répétition de partie de programme.

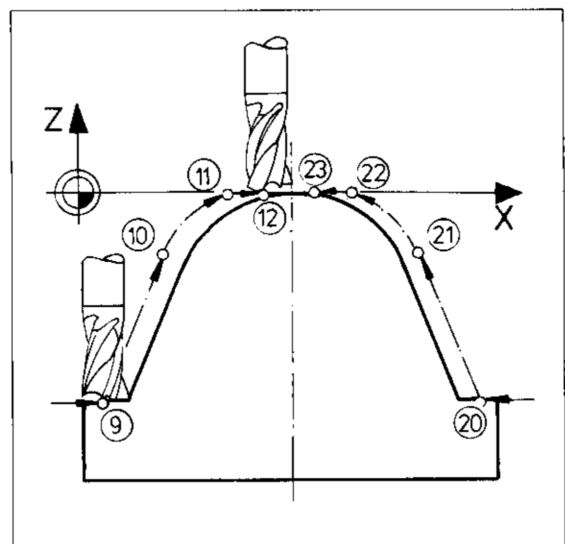
Le contour est divisé en deux moitiés suivant l'axe de symétrie afin d'obtenir un usinage optimal. A cet effet, l'outil doit travailler de bas en haut.

Outre les cotes figurant ci-contre, la longueur de la pièce brute parallélépipédique reste valable: Y = 100 mm.



Déroulement de programme

Le plan ci-contre met en évidence schématiquement la trajectoire du centre de la fraise et les séquences de programme correspondantes. Le contour est composé de deux moitiés (l'une à gauche et l'autre à droite) qui toutes deux font l'objet d'une partie de programme respective (LBL 1 et LBL 2).
Le programme ne tient compte d'aucune valeur de correction d'outil, en d'autres termes on programme la trajectoire du centre de la fraise. Pour obtenir le contour requis, il faut soustraire le rayon d'outil à gauche et l'additionner à droite (toutes les coordonnées en X).



	0 BEGIN PGM 90007685 MM	
	1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z–70	
	2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
	3 TOOL DEF 1 L+0 R+10	
	4 TOOL CALL 1 Z S1000	
	5 L X–20 Y–1 FMAX M3	Point initial pour le "côté gauche"
Répétition de partie de programme 1	6 LBL1	
	7 L Z–51	
	8 L X+1 F100	
	9 L X+11,646 Z–20,2	
	10 CT X+40 Z+0	
	11 L X+41	
	12 L Z+10 FMAX	
	13 L X–20 IY+2,5	Plongée suivant l'axe Y
	14 CALL LBL1 REP40/40	Partie de programme répétée 41 fois
	15 L Z+20 FMAX	Déplacer l'axe broche
	16 L X+120 Y–1	Aborder le point initial pour le "côté droit"
Répétition de partie de programme 2	17 LBL2	
	18 L Z–51	
	19 L X+99 F100	
	20 L X+88,354 Z–20,2	
	21 CT X+60 Z+0	
	22 L X+59	
	23 L Z+10 FMAX	
	24 L X+120 IY+2,5	Plongée suivant l'axe Y
	25 CALL LBL2 REP40/40	Partie de programme répétée 41 fois
	26 L Z+20 FMAX M2	Déplacer l'axe broche, saut en début de programme
	27 END PGM 90007685 MM	



Appels de programme



Saut dans un autre programme

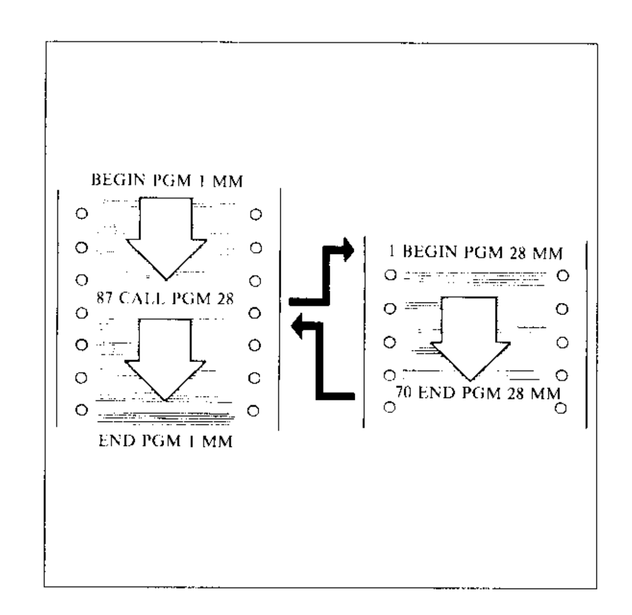
Dans tout programme d'usinage, il est possible d'appeler un autre programme mémorisé dans la commande. On peut ainsi mettre au point ses propres cycles d'usinage en faisant appel à la programmation paramétrée. La programmation de l'appel se fait au moyen de le touche "PGM CALL".

Quels sont les critères pour appeler un programme ?

Le programme en question ne doit présenter ni de M02 ni de M30! Dans le programme appelé, aucun retour en arrière dans le programme principal initial ne doit être programmé (formation d'une boucle sans fin). Seule une pièce brute doit être définie.

Déroulement

La commande exécute le programme principal 1 jusqu'à l'appel de programme CALL PGM 28. Puis on effectue un saut dans le programme principal 28.
Le programme 28 est exécuté du début à la fin. Puis il y a un retour au programme principal 1. On revient au programme 1 en revenant la séquence suivant immédiatement l'appel de programme.



Exemple 1





CALL PGM 10 — appel effectué à partir d'une ligne de programme

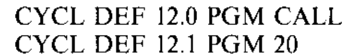
---

Exemple 2



Le programme qui doit être appelé peut également être défini dans un cycle. L'appel est alors effectué comme pour un cycle d'usinage.



CYCL DEF 12.0 PGM CALL — appel, par ex. à partir de M99
CYCL DEF 12.1 PGM 20 — (voir cycle 12)

Ramifications conditionnelles

L'appel d'une marque de programme (label) peut dépendre d'une condition mathématique (voir "Programmation paramétrée", Sommaire: fonctions fondamentales).



Cycles standard
Introduction, généralités



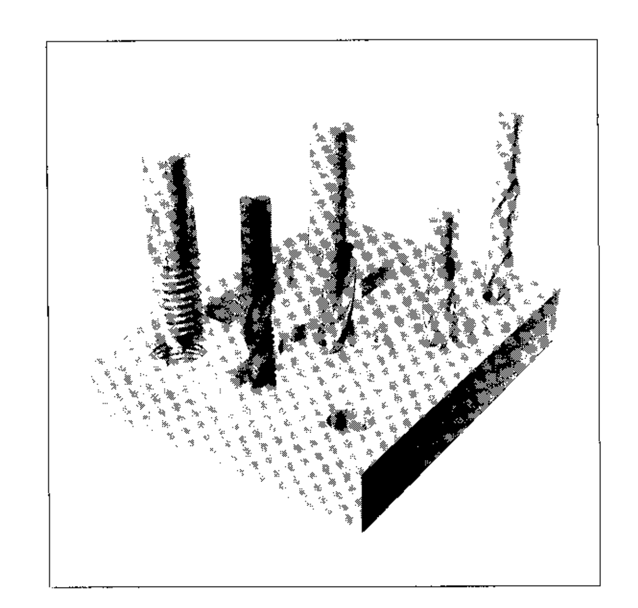
Cycles standard

Afin de simplifier la programmation, certaines opérations d'usinage répétitives (perçages et fraisages) ainsi que certaines conversions de coordonnées peuvent être programmées et mémorisées sous forme de cycles standard.

Cycles constructeur

Le constructeur de la machine peut en outre mémoriser dans la commande sous forme de cycles des programmes que lui-même a mis au point.

Les numéros de cycle de 68 à 99 permettent d'appeler les cycles en question. Vous obtiendrez de plus amples renseignements à ce sujet auprès du constructeur de votre machine.



Sélection de cycle



Après avoir apuyé sur la touche "CYCL DEF", on peut introduire les données requises pour les cycles standard exposés ci-contre et sélectionner les éventuels cycles utilisateur programmés.
On choisit son cycle en actionnant l'une des touches avec flèche verticale ou avec "GOTO □".

Définition de cycle

Après avoir actionné "ENT", on peut introduire les définitions de cycle dans le dialogue.

n°	cycle	actif après appel	actif de suite
1	Perçage profond	●	
2	Taraudage	●	
3	Rainurage	●	
4	Poche rectangulaire	●	
5	Poche circulaire	●	
12	Appel de programme	●	
14	Définition de contour		●
15	Préperçage	●	
6	Evidement	●	
16	Fraisage de contour	●	

Appel de cycle d'usinage

Les cycles d'usinage ne doivent être appelés qu'une fois l'outil positionné. Ce n'est qu'alors que le cycle d'usinage dernièrement défini est exécuté.

Appels possibles:



- Avec une séquence CYCL CALL à part:

M99

- fonction auxiliaire M99
  "CYCL CALL" et M99 ne sont actifs que pas à pas et doivent de ce fait être de nouveau programmés à chaque séquence.

n°	cycle	actif après appel	actif de suite
7	Décalage du point zéro		●
8	Image miroir		●
10	Rotation du système de coordonnées		●
11	Facteur échelle		●
9	Temporisation		●

M89

- fonction auxiliaire M89 (en fonction des paramètres machine introduits).

M89 a un effet modal: on appelle à chaque séquence de positionnement le cycle d'usinage dernièrement programmé. M89 est désactivé, soit avec M99, soit avec CYCL CALL.

Conversion de coordonnées

Toute conversion de coordonnées et temporisation sont actives immédiatement et le restent tant qu'elles ne sont pas modifiées.



Cycles d'usinage
Mesures préventives



Conditions préalables

Avant tout appel de cycle (par ex. M99), il faut programmer:

- l'appel d'outil: pour définir l'axe de broche et la vitesse de rotation
- la séquence de positionnement relative à la position initiale
- la fonction auxiliaire: pour indiquer le sens de rotation de la broche
- la définition de cycle (CYCL DEF).



Cotation

On indique dans la définition de cycle les cotes de l'axe d'outil par rapport à la position de l'outil au moment de l'appel de celui-ci. Cette cotation est interprétée en valeur incrémentale.

A cet effet, il n'est pas nécessaire d'actionner la touche "Incrémental".
Toutes les valeurs de plongée doivent avoir le même signe (en règle générale négatif).

Sélection de cycle

 Ouverture de dialogue

CYCL DEF 1 PERCAGE PROFOND		chercher le cycle d'après son nom: sélectionner le cycle requis
		confirmer le cycle

ou

CYCL DEF 1 PERCAGE PROFOND		sélectionner le cycle d'après son numéro: introduire le numéro de cycle avec GOTO □
		prendre en compte la sélection

Introduction de valeurs

Introduire les valeurs suivant les instructions du dialogue et prendre celles-ci en compte avec "ENT".
Il faut partir du principe que toutes les questions de dialogue font l'objet d'une réponse consistant à saisir une valeur numérique.



Cycles d'usinage
Cycle 1: perçage profond



Mode de travail

Plusieurs plongées et un retrait complet.

Données à introduire

Signe algébrique des valeurs de plongée:

- −: sens de travail négatif
- +: sens de travail positif

Le signe des valeurs de plongée doit être défini une fois pour toute.

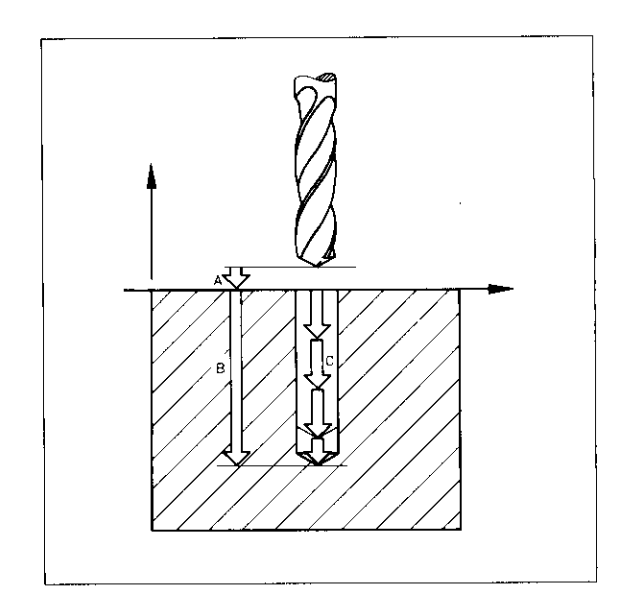
Distance d'approche A: distance entre la pointe de l'outil (position initiale) et la surface de la pièce à usiner.

Profondeur de perçage B: distance entre la surface de la pièce à usiner et le point final du trou de perçage (pointe conique du foret).

Profondeur de passe C: valeur correspondant à la distance sur laquelle se fait chaque plongée d'outil.

Temporisation: temps de rotation à vide de l'outil après qu'il ait atteint la profondeur de perçage souhaitée.

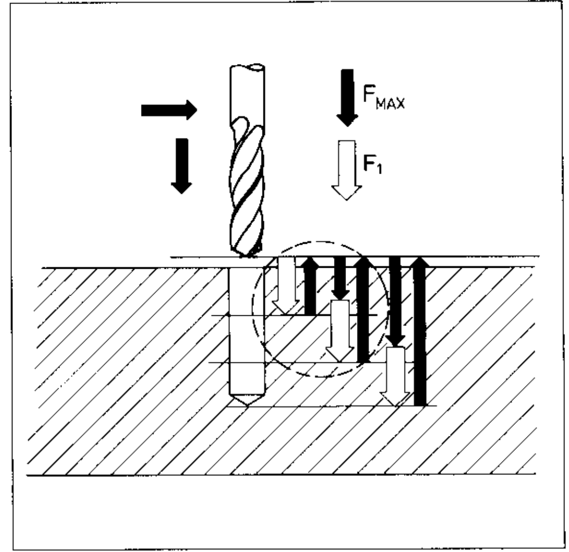
Avance F: vitesse de déplacement de l'outil au cours de l'usinage.



Déroulement

- L'outil doit être placé avant l'appel du cycle à une **séquence de positionnement séparée** tenant compte de la distance de sécurité.
- Partant de sa position de départ suivant l'avance programmée, l'outil effectue la première passe de perçage.
- Après avoir atteint la première profondeur de passe, l'outil retourne à sa position de départ en rapide FMAX puis se rend à nouveau à la première profondeur de passe en tenant compte de la distance de sécurité t.
- Pour terminer, l'outil exécute la passe suivante suivant l'avance programmée et retourne à sa position de départ.

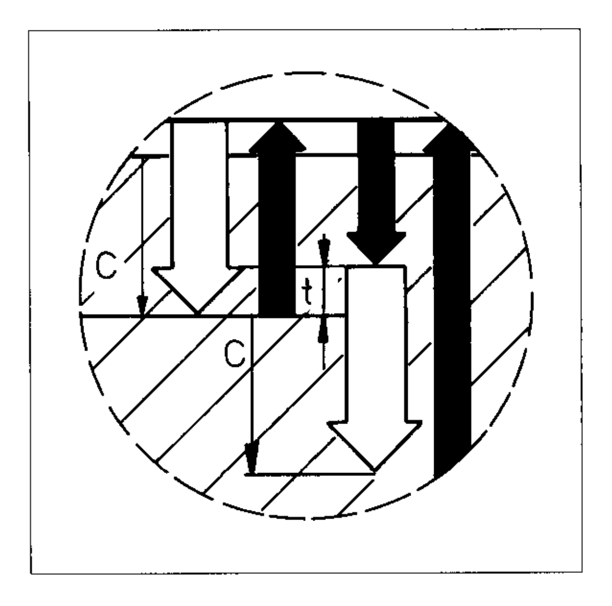
- Les opérations de perçage et retour se poursuivent jusqu'à ce que la profondeur de perçage soit atteinte.
- En fin de cycle et après temporisation, l'outil retourne à sa position initiale en rapide.



Distance de sécurité

La distance de sécurité est calculée automatiquement par la commande:

- pour une profondeur de perçage de 30 mm max. t = 0,6 mm;
- pour une profondeur de perçage supérieure à 30 mm, la formule est calculée comme suit: t = profondeur de perçage/50, la distance de sécurité étant limitée à 7 mm: $t_{max} = 7$ mm.





Cycles d'usinage
Cycle 1: perçage profond



Définition de cycle

Mode de fonctionnement

Ouverture de dialogue (CYCL DEF)

CYCL DEF 1 PERCAGE PROFOND	ENT prendre le cycle en compte

DISTANCE D'APPROCHE ?	distance d'approche +/– introduire le signe (généralement négatif) ENT prendre en compte la valeur introduite

PROFONDEUR DE PERCAGE ?	profondeur de perçage +/– introduire le signe (généralement négatif) ENT prendre en compte la valeur introduite

PROFONDEUR DE PLONGEE ?	profondeur de plongée +/– introduire le signe (généralement négatif) ENT prendre en compte la valeur introduite

TEMPORISATION EN SECONDES ?	introduire la temporisation lorsque l'outil a atteint l'extrémité du perçage (pas de temporisation: zéro) ENT prendre en compte la valeur introduite

AVANCE ? F =	introduire l'avance pour la réalisation de chaque passe ENT prendre en compte la valeur introduite



La distance d'approche, la profondeur de perçage et la profondeur de plongée doivent avoir le même signe (généralement négatif)!



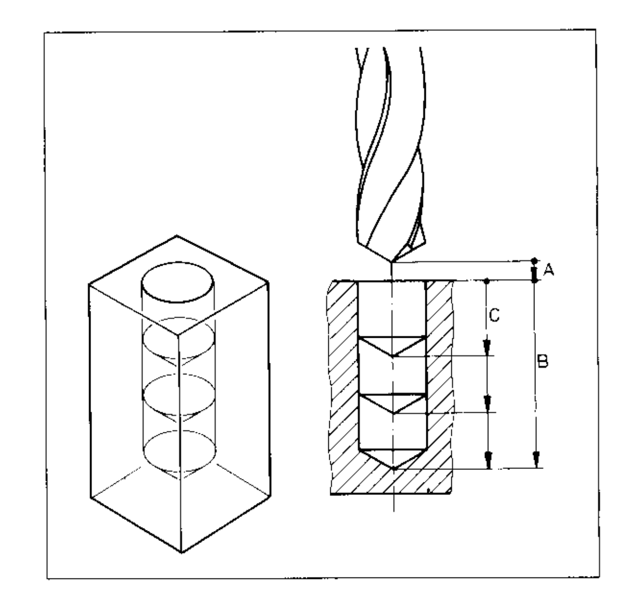
Cycles d'usinage
Cycle 1: perçage profond



Remarque

- La profondeur de perçage peut être égale à la profondeur de passe. Dans ce cas, l'outil vient **directement** se positionner à la profondeur programmée.
- La profondeur de passe ne doit pas systématiquement correspondre à un multiple de la profondeur de perçage. Dans la dernière phase d'usinage, seul le reste par rapport à la profondeur programmée est usiné.
- Si la profondeur de passe est supérieure à la profondeur de perçage, l'usinage sera effectué suivant la profondeur de perçage programmée.

  Ces remarques sont également valables pour les autres cycles d'usinage.



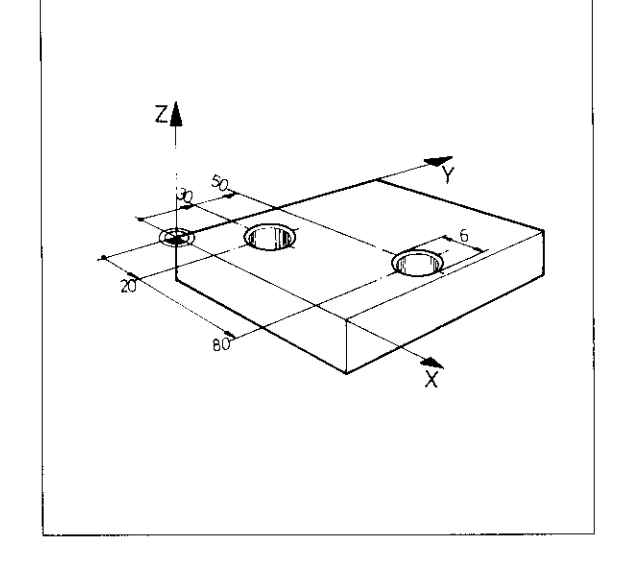
Exemple:

Perçage de deux trous suivant un cycle standard de perçage profond

TOOL DEF 1 L+0 R3	définition et
TOOL CALL Z S200	appel d'outil

La définition occupe 6 séquences de programme

CYCL DEF 1.0 PERÇAGE PROFOND	
CYCL DEF 1.1 DIST. −2	distance d'approche
CYCL DEF 1.2 PROF. −20	profondeur de perçage
CYCL DEF 1.3 PASSE −10	profondeur de passe
CYCL DEF 1.4 TEMP. 2	temporisation
CYCL DEF 1.5 F 80	avance



L X+20 Y+30 R0 FMAX M3	prépositionnement, broche activée
L Z+2 FMAX M99	1er perçage, appel de cycle
L X+80 Y+50 FMAX M99	2ème perçage, appel de cycle



Cycles d'usinage
Cycle 2: taraudage



Mode de travail

Le taraudage est réalisé en une et même étape. Pour effectuer un taraudage, il faut prévoir un **mandrin de serrage permettant une correction de longueur.** La tolérance entre l'avance, la vitesse de rotation, la forme géométrique de l'outil et le temps de ralentissement de la broche doit être corrigée une fois la position atteinte.
Après tout appel de cycle, le potentiomètre de vitesse de rotation est inactif. Le potentiomètre d'avance quant à lui n'est que partiellement actif (en fonction des paramètres machine définis par le constructeur de la machine).

Données à introduire

Distance d'approche A: distance entre la pointe de l'outil (position initiale) et la surface de la pièce à usiner (valeur indicative: env. 4 x pas de vis). Signe en fonction du sens de travail.

Profondeur de perçage B (longueur de taraudage): distance entre la surface de la pièce à usiner et le point final du trou taraudé.
Le signe de la distance d'approche et celui de la profondeur de perçage sont identiques, en général négatifs.

Temporisation: introduire temps de rotation à vide de l'outil après qu'il ait atteint la profondeur de taraudage souhaitée ou bien alors zéro.

Avance/ pas de vis

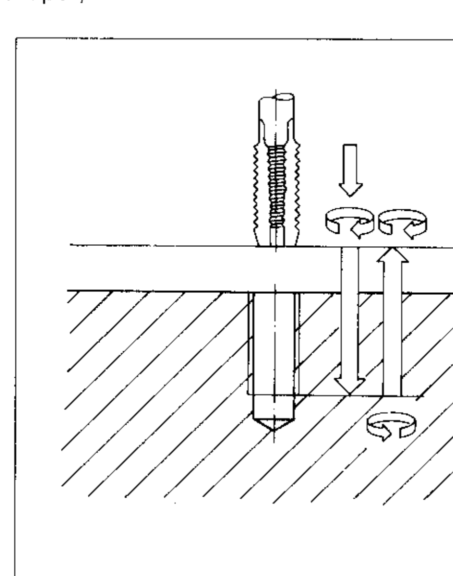
Avance F: vitesse de déplacement de l'outil lors du taraudage.

Calcul de l'avance nécessaire:
F = S x P
F: avance
S: vitesse de rotation
P: pas de vis

Le pas de vis est défini par la vitesse de rotation déterminée dans l'appel d'outil et par la valeur d'avance dans le cycle (voir chapitre A, "Données de coupe").

Déroulement

Dès que l'outil a atteint la profondeur de taraudage requise, le sens de rotation de la broche est inversé après un laps de temps défini dans les paramètres machine.
La temporisation écoulée, l'outil est ramené à sa position initiale. Le sens de rotation de la broche est de nouveau inversé.



Introduction

comparable à celle du "Perçage profond".

Exemple

Réalisation d'un taraudage M6 avec un pas de vis de 0,75 mm pour une vitesse de rotation de 100 t/min.

TOOL DEF 1 L+0 R3	définition et
TOOL CALL 1 Z S100	appel d'outil

La définition occupe 5 séquences de programme

CYCL DEF 2.0 TARAUDAGE	
DIST. –3	distance d'approche
PROF. –20	profondeur de perçage
TEMP. 0.4	temporisation
F 75	avance
L X+50 Y+20 R0 FMAX M3	prépositionnement, broche en marche vers la droite
L Z+3 FMAX **M99**	appel de cycle

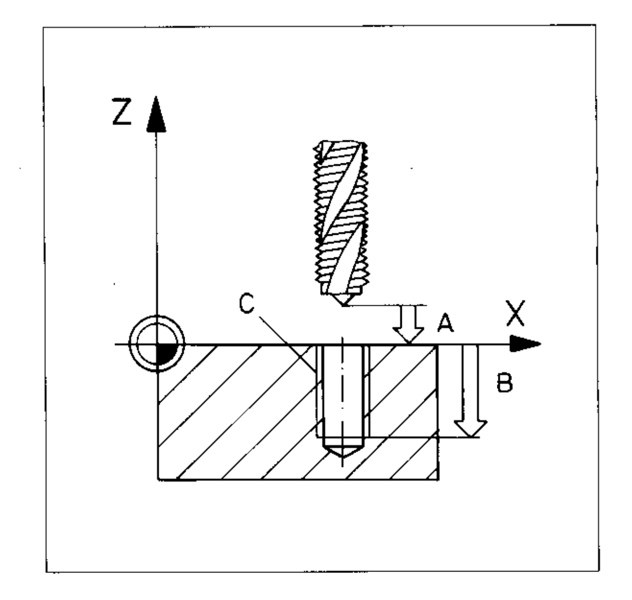


Cycles d'usinage
Cycle 17: taraudage rigide



Le cycle

Le filetage est taraudé **sans mandrin de compensation linéaire** en une ou, au besoin, en plusieurs opérations (par ex. enlèvement de copeaux avec trou borgne).



Comparativement au taraudage avec mandrin de compensation, on obtien avantages suivants:
- vitesse d'usinage plus élevée
- répétabilité sur le même taraud
- la répétabilité est réalisable avec orientation de la broche en position 0° en appelant le cycle
- données d'introduction plus simples
- plus grande plage de déplacement de l'axe de broche par suppression du mandrin de compensation.

Données d'introduction

Distance de sécurité A: distance entre la pointe de l'outil (position de départ et la surface de la pièce. Signe en fonction du sens de d'usinage.

Longueur du filet B: distance entre la surface de la pièce et la fin du filet. Le signe correspondant à la distance de sécurité et à la longueur du filet est uniforme, la plupart du temps négatif.

Pas C: Pas de vis; avec le signe, on différencie entre le filetage à droite et le filetage à gauche.
Pas + = filetage à droite
Pas − = filetage à gauche

Avance

La commande numérique calcule l'avance à partir de la vitesse de rotation broche active et le pas mémorisé (F = S x P). Si l'on active l'override de vitesse de rotation pendant le filetage, l'avance s'en trouve automatiquement alignée.

Introduction

Identique à celle du "perçage profond".

Exemple

Réalisation d'un filetage à droite M6 avec un pas de 0,75 mm et avec une vitese de rotation de 100 t/min.:

TOOL DEF 1 L+0 R3	Définition d'outil
TOOL CALL 1 Z S100	Appel d'outil

La définition couvre 4 séquences de programme:

CYCL DEF 17.0 TARAUDAGE RIGIDE	
CYCL DEF 17.1 DIST −10	Distance de sécurité
CYCL DEF 17.2 PROF −30	Profondeur du filet
CYCL DEF 17.3 PAS +0,75	Pas de vis



Pour le taraudage rigide, la commande numérique et la machine doivent être préparées par le constructeur.



Cycles d'usinage
Cycle 3: rainurage

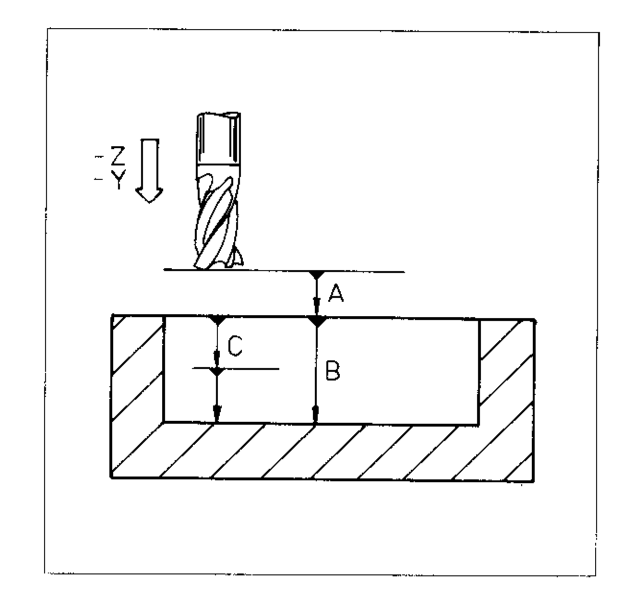


Le cycle

Le cycle "Rainurage" est un cycle combiné comprenant une phase d'ébauche et une autre phase de finition.
La rainure est parallèle à l'un des axes du système de coordonnées et peut le cas échéant être orientée à souhait grâce au cycle 10.

Outil

Le cycle requiert une fraise avec denture frontale (DIN 844).
Le diamètre de la fraise doit être quelque peu inférieur à celui de la largeur du rainurage.



Données à introduire

Distance d'approche A: distance entre la pointe de l'outil (position initiale) et la surface de la pièce à usiner.

Profondeur de fraisage B (profondeur de la rainure): distance entre la surface de la pièce à usiner et le point final du trou fraisé.

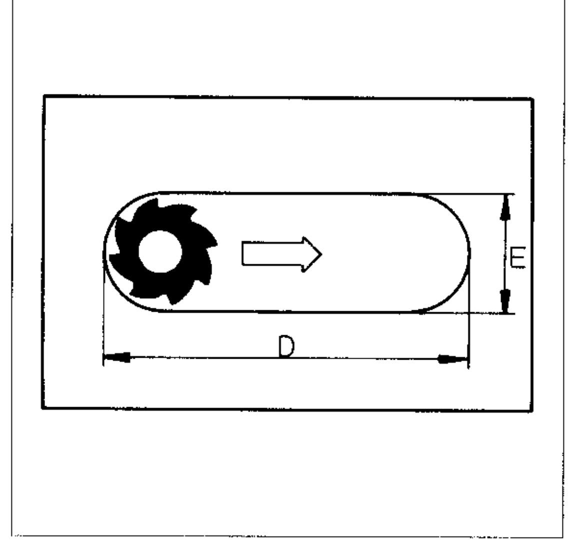
Profondeur de passe C: valeur correspondant à la distance sur laquelle se fait chaque plongée d'outil.
Le signe de la distance d'approche, de la profondeur de fraisage et de la profondeur de passe est en général négatif.

Avance lors de la plongée en profondeur:
Vitesse de déplacement de l'outil lorsqu'il plonge dans la pièce.

1ère longueur latérale D: longueur de la rainure. Signe selon la direction de coupe parallèle à l'axe longitudinal de la rainure.

2ème longueur latérale E: largeur de la rainure, max. 4 fois le rayon d'outil.

Avance: vitesse de déplacement de l'outil dans le plan d'usinage.

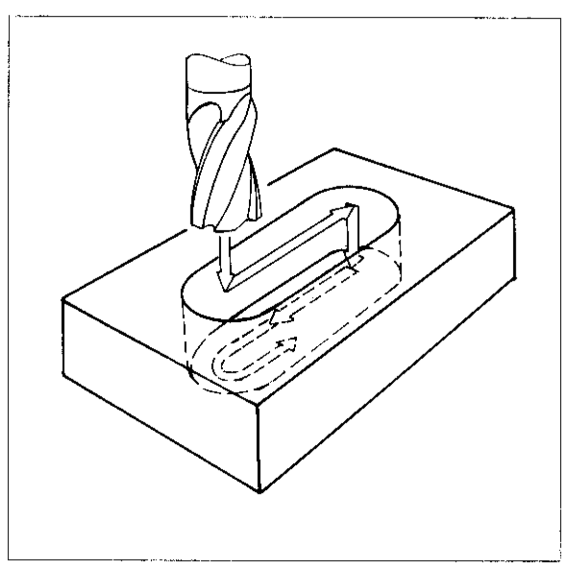


Opération d'ébauche

- à partir de sa position initiale, l'outil perce la pièce.
- Puis la rainure est fraisée dans le sens longitudinal. Après avoir atteint la profondeur de passe à la fin de la rainure, la fraise retourne à sa position initiale.
- L'opération est réitérée jusqu'à ce que la profondeur de fraisage programmée soit atteinte.

Opération de finition

La commande déplace la fraise latéralement au fond de la rainure afin d'effectuer la passe de finition. Le contour final est usiné par fraisage en sens direct.
Par la suite, l'outil retourne à sa position de départ en rapide en respectant la distance d'approche.
Si le nombre de passes est impair, la fraise se déplace en tenant compte de la distance d'approche le long de la rainure pour se rendre à sa position de départ.



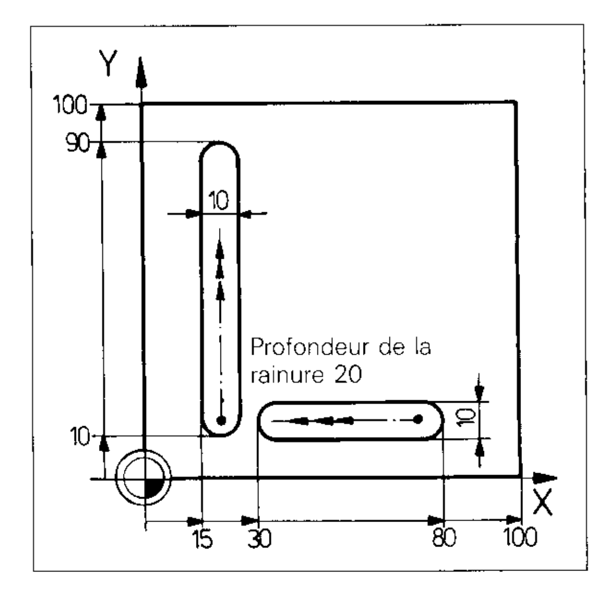


Cycles d'usinage
Cycle 3: rainurage



Exemple

Une rainure horizontale de 50 mm de long et de 10 mm de large, ainsi qu'une rainure verticale de 80 mm de long et 10 mm de large doivent être fraisées.




```
0 BEGIN PGM RAINURE MM

1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0

3 TOOL DEF 1 L+0 R+4
4 TOOL CALL 1 Z S1800

5 L Z+50 R0 FMAX
```

Définition du cycle

6 CYCL DEF 3.0 RAINURAGE	définition de la rainure **horizontale**
7 CYCL DEF 3.1 DIST. –2	distance de sécurité
8 CYCL DEF 3.2 PROF. –20	profondeur de fraisage
9 CYCL DEF 3.3 PASSE –5 F80	profondeur de passe, avance plongée
10 CYCL DEF 3.4 X–50	longueur de rainure et **sens première passe (–)**
11 CYCL DEF 3.5 Y+10	largeur de la rainure
12 CYCL DEF 3.6 F120	avance

Position initiale

13 L X+76 Y+15 R0 FMAX M3	approche de la position initiale, **non corrige,** en tenant compte du rayon d'outil dans de sens longitudinal de la rainure; broche activée
14 L Z+2 R0 F1000 M99	prépositionnement en Z, appel de cycle
15 CYCL DEF 3.0 RAINURAGE	définition de la rainure **verticale**
16 CYCL DEF 3.1 DIST. –2	distance de sécurité
17 CYCL DEF 3.2 PROF. –20	profondeur de fraisage
18 CYCL DEF 3.3 PASSE –5 F80	profondeur de passe, avance, passe
19 CYCL DEF 3.4 Y+80	longueur de la rainure et **sens première passe (+)**
20 CYCL DEF 3.5 X+10	largeur de la rainure
21 CYCL DEF 3.6 F120	avance
22 L X+20 Y+14 R0 FMAX M99	approche position initiale, appel de cycle
23 L Z+50 R0 FMAX M2	dégager l'axe d'outil, fin de programme
24 END PGM RAINURE MM	



Cycles d'usinage
Cycle 4: poche rectangulaire



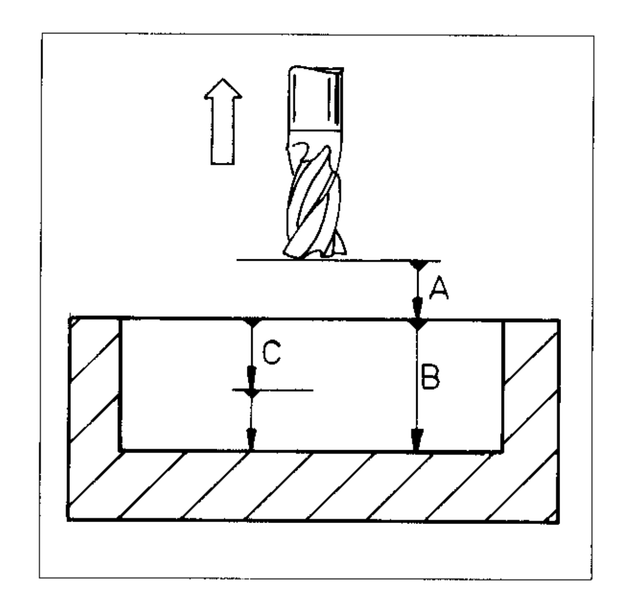
Cycle

Le cycle "Fraisage de poche" est un cycle d'ébauche.

Outil

Le cycle requiert une fraise avec denture frontale (DIN 844) ou bien encore un préperçage au centre de la poche. Le rayon d'outil doit être le cas échéant fonction du rayon de pointe.

Le rayon dans les angles de la poche est déterminé par l'outil. Pas de déplacement circulaire dans les angles de la broche.

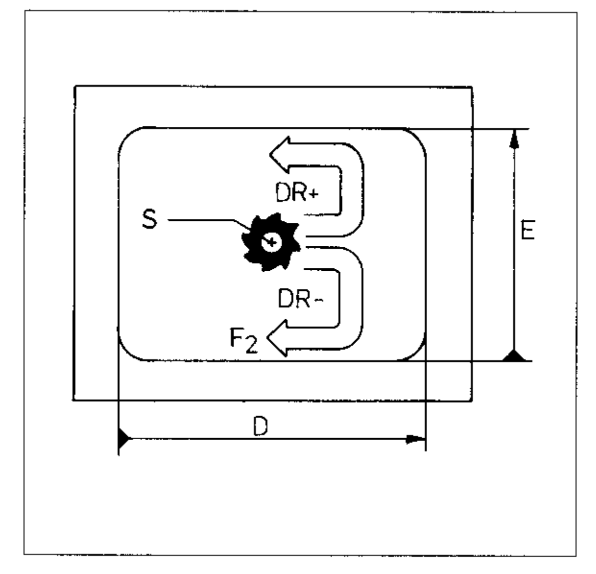


Position

Les faces des poches sont parallèles aux axes du système de coordonnées. Celui-ci doit être orienté le cas échéant (voir cycle 10: rotation du système de coordonnées).

Données à introduire

Distance d'approche A: distance entre la position initiale et la surface supérieure de la pièce.
Profondeur de fraisage B (= profondeur de la poche): distance entre la surface supérieure de la pièce et le fond de la rainure.
Profondeur de passe C: distance sur laquelle l'outil plonge dans la pièce.
Le signe de la distance d'approche, de la profondeur de fraisage et de la profondeur de passe est identique, en règle générale négatif.
Avance plongée F_1: vitesse à laquelle se déplace l'outil lorsqu'il plonge dans la pièce.
1ère longueur latérale D: longueur de la poche, face parallèle au premier axe principal du plan d'usinage. Le signe est toujours positif.
2ème longueur latérale E: largeur de la poche. Le signe est toujours positif.
Avance F_2: déplacement de l'outil dans le plan d'usinage.



Sens de déplacement de la fraise:

Fraisage en avalant
DR+: sens anti-horaire, fraisage en avalant avec M3

Fraisage en opposition
DR−: sens horaire, fraisage en opposition avec M3

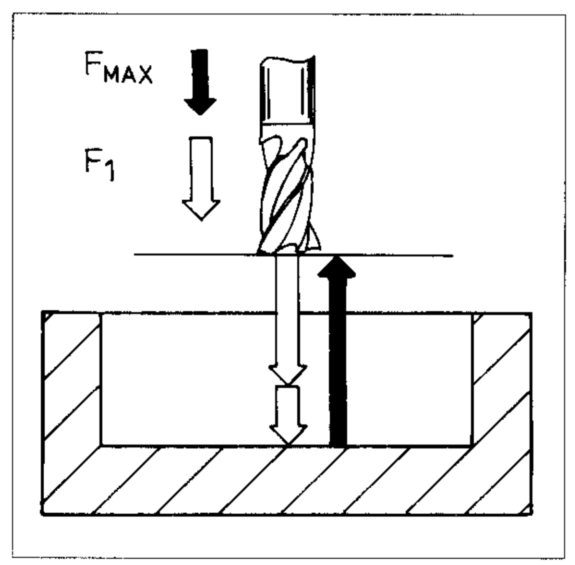
Position initiale

On amène l'outil à la position initiale S (centre de la poche) dans une séquence de positionnement préalablement définie sans correction de rayon.

Déroulement

- Après avoir amené l'outil à sa position initiale, il plonge dans la pièce (centre de la poche).
- La fraise décrit ensuite la trajectoire dessinée selon l'avance programmée F_2.

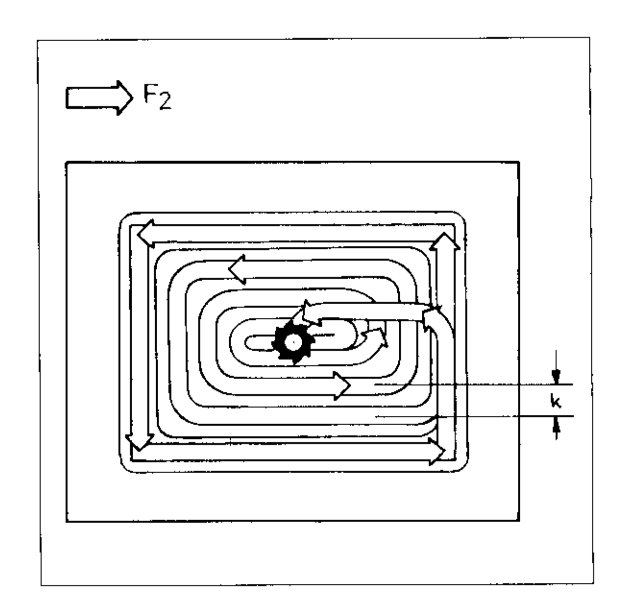
Le sens de déplacement initial de la fraise correspond au sens positif de la face la plus longue de la poche, en d'autres termes si la face la plus longue est parallèle à l'axe X, la fraise commence sa trajectoire suivant le sens positif de X.
Pour les poches carrées, la fraise entame toujours sa trajectoire suivant l'axe Y positif.



Déroulement

Le sens de déplacement est fonction de la programmation (dans le cas présent DR+). La passe latérale est respectivement égale à k maximum.

Le processus est réitéré jusqu'à ce que soit atteinte la profondeur de fraisage programmée. Finalement l'outil est ramené à sa position initiale.

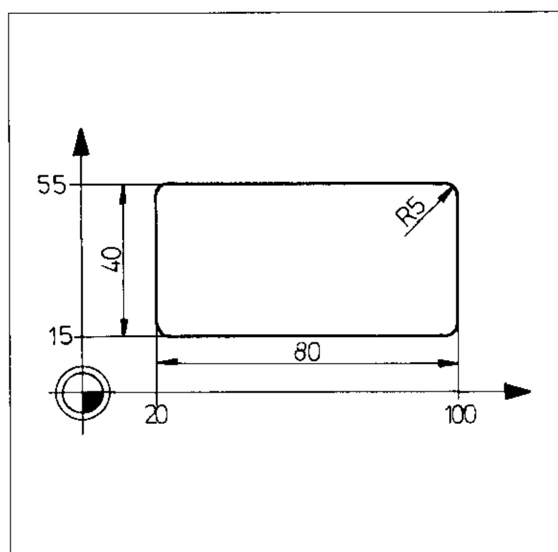


Passe latérale

La passe latérale k est calculée par la commande suivant la formule suivante:

$k = F \cdot R$

k: passe latérale
F: facteur de recouvrement déterminé par le constructeur de la machine (en fonction d'un paramètre machine, voir chapitre "Informations complémentaires", Paramètres utilisateur)
R: rayon de la fraise



Exemple

TOOL DEF 1 L+0 R5	
TOOL CALL 1 Z S200	
CYCL DEF 4.0 FRAISAGE POCHES	La définition occupe 7 séquences de programme
CYCL DEF 4.1 DIST. −2	distance d'approche
CYCL DEF 4.2 PROF. −30	profondeur de fraisage
CYCL DEF 4.3 PASSE −10	profondeur de passe
F 80	avance plongée
CYCL DEF 4.4 X+80	1ère face de la poche
CYCL DEF 4.5 Y+40	2ème face de la poche
CYCL DEF 4.6 F 100 DR+	avance et sens de rotation de la fraise
L X+60 Y+35 R0 FMAX M3	prépositionnement en X, Y broche activée
L Z+2 FMAX M99	prépositionnement en Z appel de cycle



Cycles d'usinage
Cycle 5: poche circulaire



Cycle

Le cycle "Poche circulaire" est un cycle d'ébauche.

Outil

Le cycle requiert une fraise avec denture frontale (DIN 844) ou bien encore un préperçage au centre de la poche S.

Données à introduire

Distance d'approche A: distance entre la position initiale et la surface supérieure de la pièce.

Profondeur de fraisage B (= profondeur de la poche): distance entre la surface supérieure de la pièce et le fond de la rainure.

Profondeur de passe C: distance sur laquelle l'outil plonge dans la pièce.

Le signe de la distance d'approche, de la profondeur de fraisage et de la profondeur de passe est identique, en règle générale négatif.

Avance plongée F_1: vitesse à laquelle se déplace l'outil lorsqu'il plonge dans la pièce.

Rayon de cercle R: rayon de la poche circulaire.

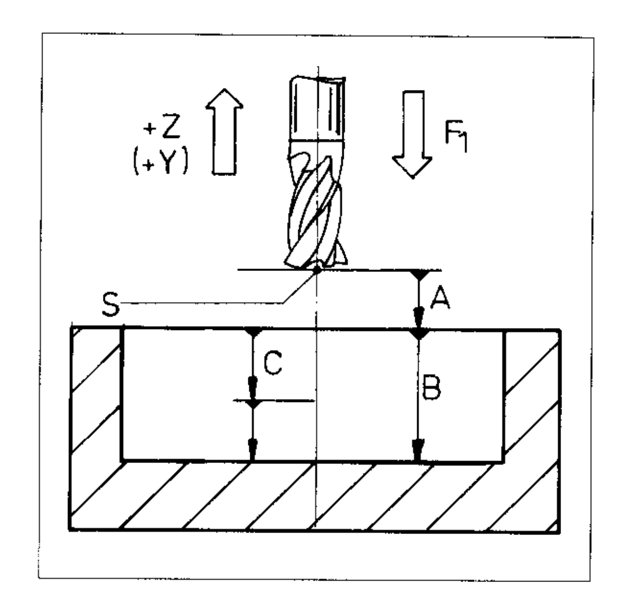
Avance F_2: déplacement de l'outil dans le plan d'usinage.

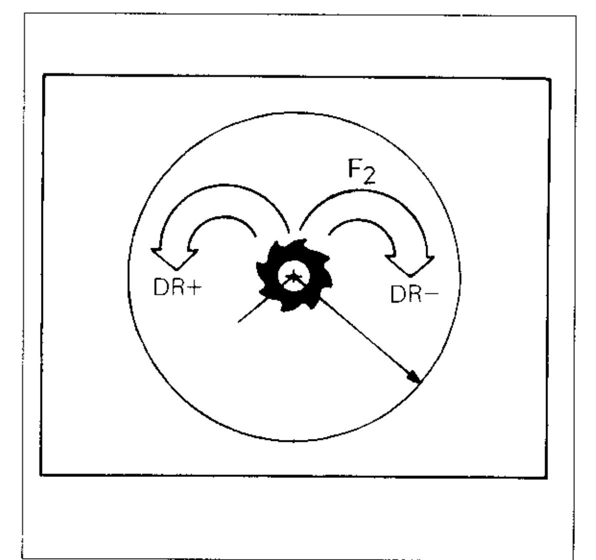
Sens de déplacement de la fraise:
Fraisage en avalant

DR+: sens anti-horaire, fraisage en avalant avec M3

Fraisage en opposition

DR–: sens horaire, fraisage en opposition avec M3





Position initiale

On amène l'outil à la position initiale S (centre de la poche) dans une séquence de positionnement préalablement définie sans correction de rayon.

Déroulement

- Après avoir amené l'outil en position initiale, celui-ci plonge dans la pièce selon l'avance programmée.
- Puis la fraise décrit, toujours selon l'avance programmée F_2, la trajectoire hélicoïdale dont le sens de rotation dépend de la programmation (dans le cas présent DR+).

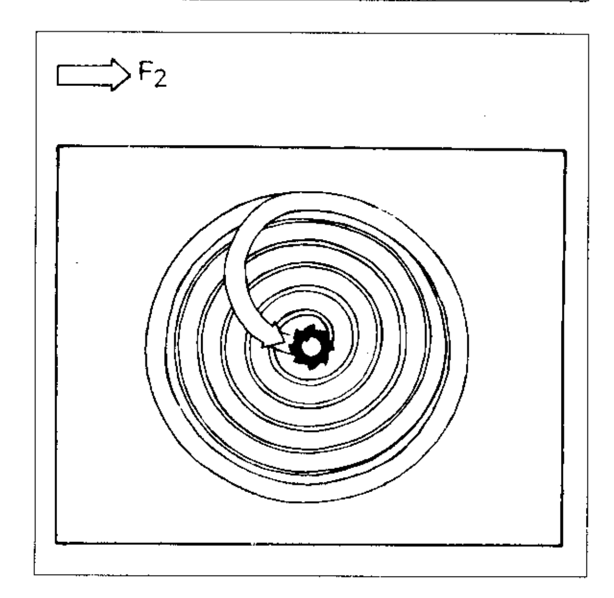
Sens de déplacement circulaire de la fraise:

- plan X/Y: sens Y+
- plan Z/X: sens X+
- plan Y/Z: sens Z+

La passe latérale est égale à k max (voir cycle "Fraisage de poche").

La processus est réitéré jusqu'à ce que soit atteinte la profondeur de fraisage.

Finalement l'outil revient à sa position initiale.





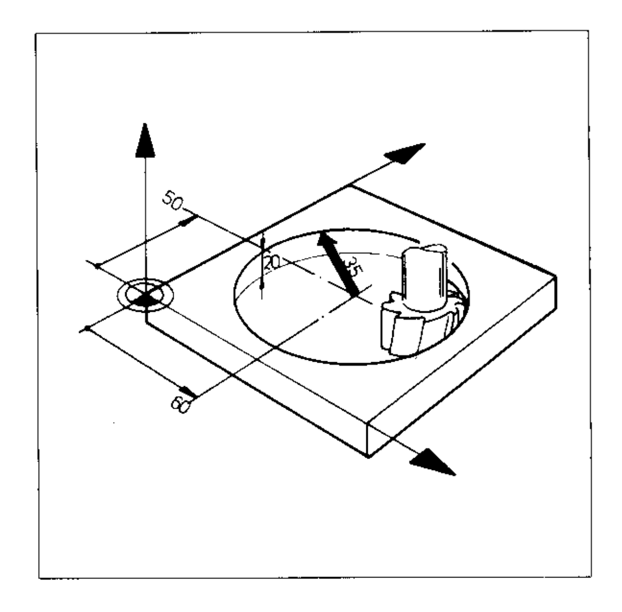
Cycles d'usinage
Cycle 5: poche circulaire



Exemple

Une poche circulaire de 35 mm de rayon et de 20 mm de profondeur doit être fraisée à la position X+60 Y+50.

TOOL DEF 1 L+0 R10
TOOL CALL 1 Z S200



CYCL DEF 5.0 POCHE CIRC.	
CYCL DEF 5.1 DIST. –2	distance d'approche
CYCL DEF 5.2 PROF. –20	profondeur de fraisage
CYCL DEF 5.3 PASSE –6	profondeur de passe
F 80	avance plongée
CYCL DEF 5.4 RAYON 35	rayon de cercle
CYCL DEF 5.5 F100 DR–	avance et sens de déplacement de la fraise
L X+60 Y+50 R0 FMAX M03	prépositionnement en X et Y
L Z+2 FMAX M99	position initiale en Z, appel



Cycles SL
Principes généraux



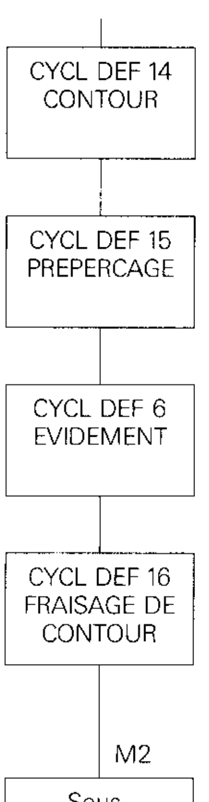
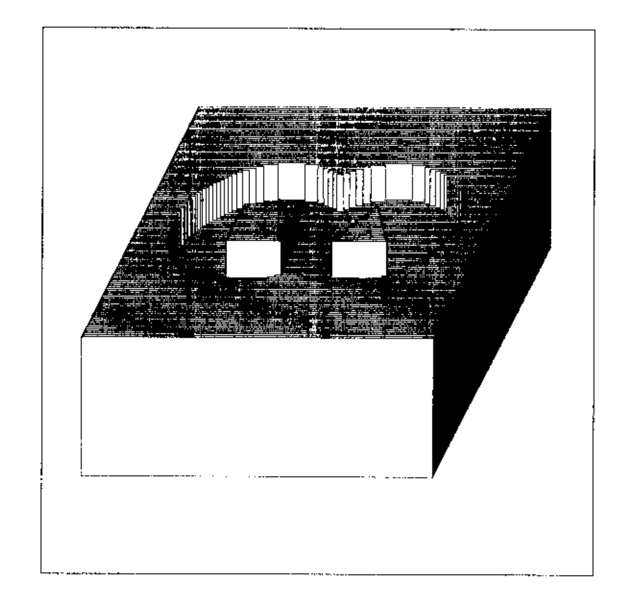


Schéma de programme pour l'exécution des cycles SL

Le groupe de cycles dont l'ensemble reçoit la désignation de **Cycles SL** facilite la programmation d'opérations de fraisage pour l'usinage d'un contour 2D.



Ce contour peut être composé de plusieurs segments de contour – ponctuellement, il peut comporter jusqu'à 12 poches ou îlots qui peuvent également se superposer –.

La désignation **Cycles SL** se rapporte à la liste de sous-programmes de contours (en anglais: **S**ubcontour-**L**ist) du cycle 14.

La superposition à partir de laquelle on obtient un contour est réalisée par la commande numérique. L'opérateur n'a pas besoin de calculer les points d'intersection.

Les segments de contours sont définis sous forme de sous-programmes. Le cycle 14 **Contour** regroupe sous un numéro de label cet ensemble de sous-programmes. Chaque segment de contour doit être programmé comme un contour fermé.

Afin de pouvoir travailler avec plusieurs outils. L'opération d'usinage est définie dans le cycle 14 sans données de coupe ni valeurs de passe: celles-ci sont à définir à l'intérieur des cycles concernés:

Cycle 15 préperçage (si nécessaire)
Cycle 6 évidement
Cycle 16 fraisage de contour (finissage)

Chaque sous-programme doit comporter l'indication de la **correction de rayon RL ou RR** ainsi que le **sens d'usinage.** La commande reconnaît à partir de ces données s'il s'agit d'une **poche** ou d'un **îlot.**

La commande reconnaît s'il s'agit d'une poche lorsque la fraise se déplace à l'intérieur d'un contour.
La commande reconnaît s'il s'agit d'un îlot lorsque la frase se déplace à l'extérieur d'un contour.

Avant l'exécution du programme, il est recommandé de procéder à une simulation graphique. Elle montre si les contours ont été calculés par la commande tel que souhaité.

Toutes conversions de coordonnées sont possibles à l'intérieur des définitions de contours (cf. conversions du système de coordonnées, généralités).

Suivant le type d'opération, on peut également n'utiliser qu'une partie des cycles.

Pour plus de clarté, les exemples d'usinage suivants ne portent tout d'abord que sur le cycle "évidement". Par la suite, des exemples plus précis décrivent le cadre complet des performances de la commande numérique.

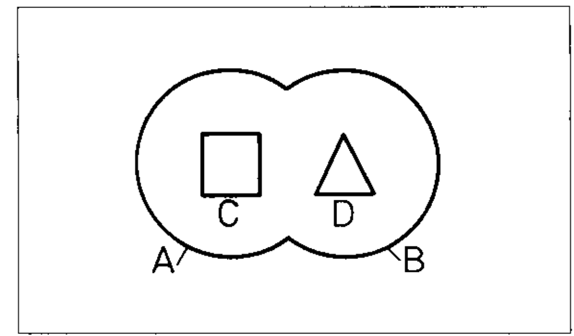


Cycles SL de contournage
Cycle 14: contour, cycle 6: évidement



Cycle 14: contour

Les numéros de label (sous-programmes) des contours partiels sont définis dans le cycle 14 "Contour".
On peut introduire 12 numéros de label.
La TNC calcule les points d'intersection des contours partiels programmés.
Le cycle 14 "Contour" est actif sans qu'il soit nécessaire d'appeler l'outil (appel impossible).
La liste des éléments de contour dans le cycle 14 doit commencer par un contour de poche.



A, B = poches
C, D = îlots

Exemple

5 CYCL DEF 14.0 CONTOUR
6 CYCL DEF 14.1 LABEL CONTOUR 11 / 12 / 13

La définition occupe jusqu'à 3 séquences de programme. Dans l'exemple présent, les sous-programmes 11, 12 et 13 définissent l'ensemble du contour.

Cycle 6: évidement

Le cycle 6 définit les opérations requises pour retirer les copeaux lors du fraisage d'une poche.
Ce cycle, qui peut être exécuté séparément, doit être appelé.

Outil

En raison de son mode de travail, le cycle 6 requiert une fraise avec denture frontale (DIN 844), lorsque l'on n'effectue pas de préperçage ou que l'on passe outre certains contours.

Données à introduire

Distance d'approche A, profondeur de fraisage B, profondeur de passe C sont cotées en valeur incrémentale avec un même signe, en règle générale négatif.

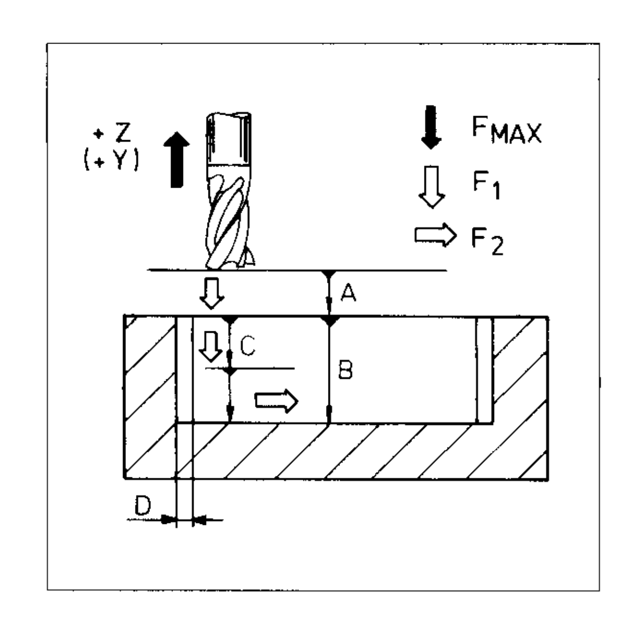
Avance plongée: vitesse de déplacement de l'outil lors de la plongée (F1).

Surépaisseur: surépaisseur dans le plan d'usinage (valeur numérique positive) (D).

Angle d'évidement: sens d'évidement défini par rapport à l'axe 0° du plan d'usinage.

Avance: déplacement de l'outil dans le plan d'usinage (F2).

Avant d'appeler le cycle, l'outil doit être amené à la position d'approche (A).



Exemple

16 CYCL DEF 6.0 EVIDEMENT	
17 CYCL DEF 6.1 DIST. –2	distance d'approche
PROF. –20	profondeur de fraisage
18 CYCL DEF 6.2 PASSE –10	profondeur de plongée
F40 SUREP. +1	avance lors de la plongée et surépaisseur
19 CYCL DEF 6.3 ANGLE +0	angle d'évidement
F60	avance dans le plan d'usinage

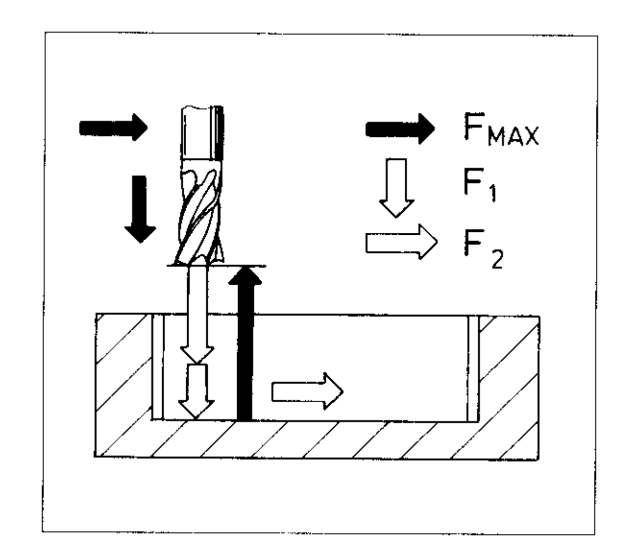


Cycles SL de contournage
Cycle 6: évidement



Déroulement

L'outil est amené eu égard à la surépaisseur au premier point de plongée.
Afin d'éviter tout risque de collision, il peut être nécessaire de prépositionner l'outil avant de l'appeler.
L'outil plonge dans la pièce selon l'avance programmée.

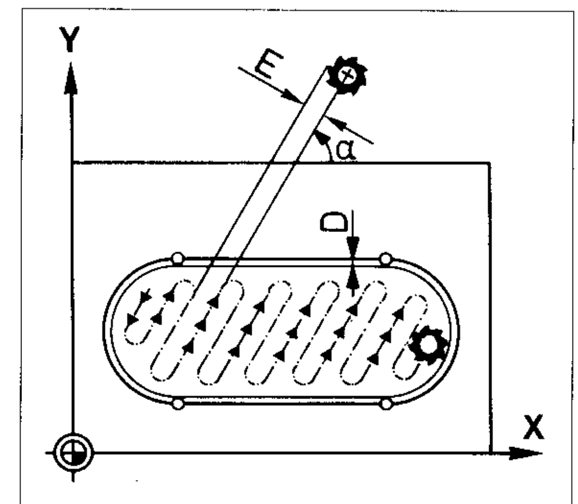


Fraisage de contour

Après avoir atteint la profondeur de passe requise, loutil fraise le premier contour partiel selon l'avance programmée, en tenant compte de la surépaisseur.
Revenu au point de plongée, l'outil est programmé pour effectuer la seconde passe. L'opération est réitérée jusqu'à ce que soit atteinte la profondeur de fraisage.
Les autres contours partiels sont fraisés de la même façon.

Usinage de surface

La surface est ensuite évidée.
Le sens du déplacement de l'avance est conforme à l'angle d'évidement programmé et peut être réglé de sorte que la longueur de chaque entaille soit la plus longue possible pour éviter des courses trop nombreuses.
La plongée latérale correspond au rayon d'outil.
L'évidement peut être exécuté sur plusieurs passes de profondeur.
En fin de cycle l'outil revient à la distance d'approche.

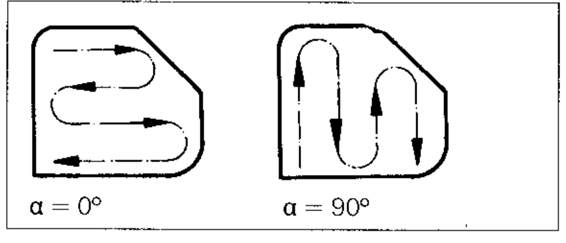


D = surépaisseur
E = plongée latérale
α = angle d'évidement

Suite chronologique fraisage/usinage de surface

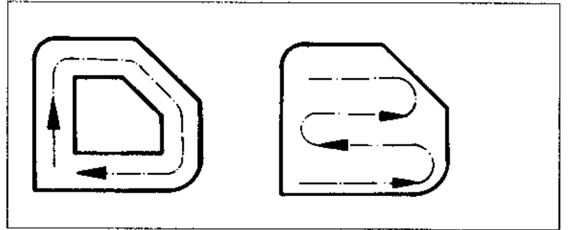
On sélectionne à partir des paramètres machine l'opération par laquelle on va entamer l'usinage. D'abord, on fraise le contour à la suite de quoi on usine la surface ou inversement.

En outre, on définit si le fraisage de contour ou l'évidement doit avoir lieu pour l'ensemble des passes ou pour seulement l'une d'entre elles dans l'ordre défini au départ.



Fraisage en avalant/fraisage en opposition

De même, on définit à partir des paramètres machine si le contour doit être usiné en avalant ou en opposition (voir chapitre Informations complémentaires, paramètres utilisateur MP 7420).



On commence par le fraisage du contour — On commence par l'usinage de la pièce



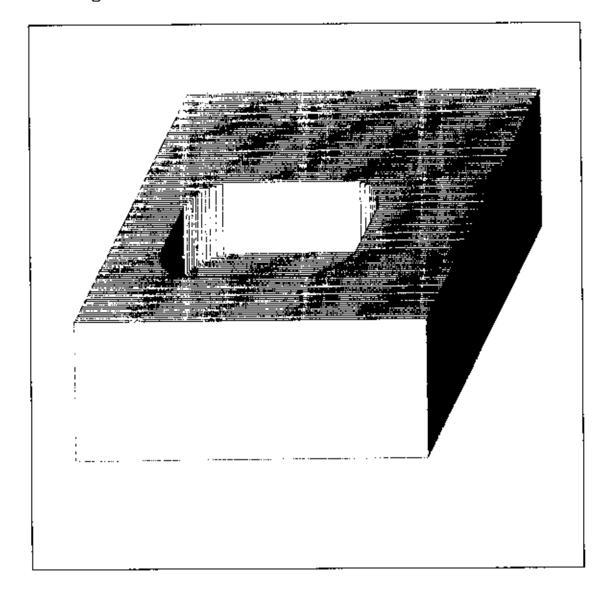
Cycles SL de contournage
Evidement de poche rectangulaire

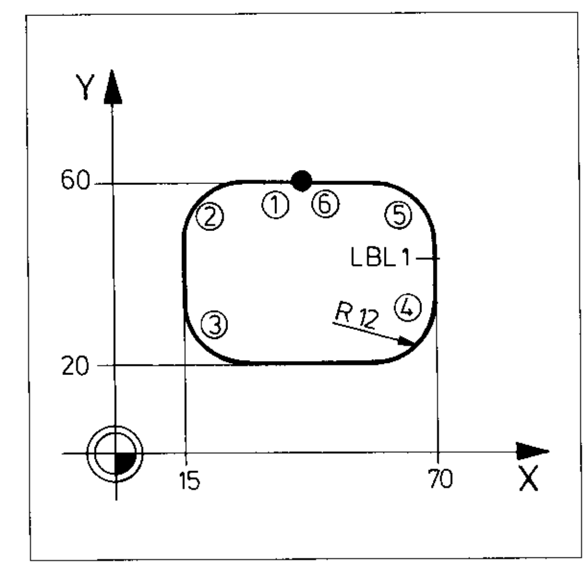


Opération

Poche rectangulaire avec rayon d'arrondi.

Usinage avec un fraise avec denture frontale (DIN 844), rayon d'outil 5 mm.





PGM 7206

```
0 BEGIN PGM 7206 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 1 L+0 R+5
4 TOOL CALL 1 Z S 111
5 L Z+100 R0 FMAX M03
```

Point min. de la pièce brute
Point max. de la pièce brute
Définition d'outil
Appel d'outil

```
6 CYCL DEF 14.0 CONTOUR
7 CYCL DEF 14.1 LABEL DE CONTOUR 1
8 CYCL DEF 6.0 EVIDEMENT
9 CYCL DEF 6.1 DIST. -2 PROF. -20
10 CYCL DEF 6.2 PROF. -8 F100 SUREP. +0
11 CYCL DEF 6.3 ANGLE +0 F500
```

"Liste" des sous-programmes de contour
Définition de "l'évidement"

```
12 L X+40 Y+50 Z+2 R0 FMAX M99
```

Prépositionnement et appel de cycle

```
13 L Z+20 FMAX M02
```

Déplacement et retour au début du programme

```
14 LBL 1
15 L X+40 Y+60 RL
16 L X+15
17 RND R12
18 L Y+20
19 RND R12
20 L X+70
21 RND R12
22 L Y+60
23 RND R12
24 L X+40
25 LBL 0
26 END PGM 7206 MM
```

Sous-programme de contournage

La poche résulte de la correction de rayon RL et du sens de déplacement anti-horaire.

La création d'un îlot de mêmes dimensions requiert PGM 7207.



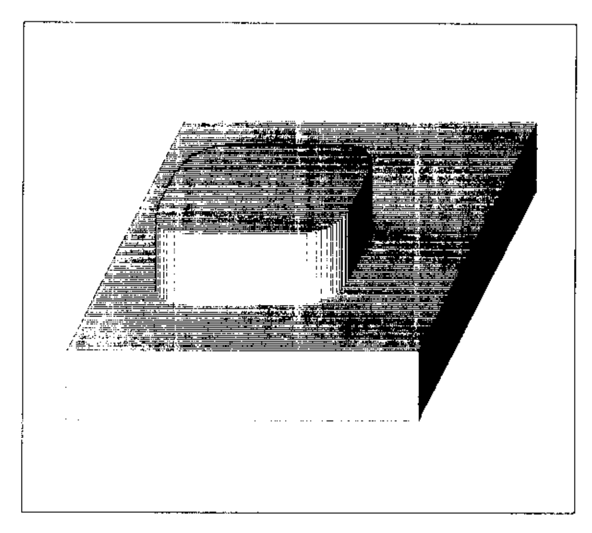
Cycles SL de contournage
Evidement d'îlot rectangulaire

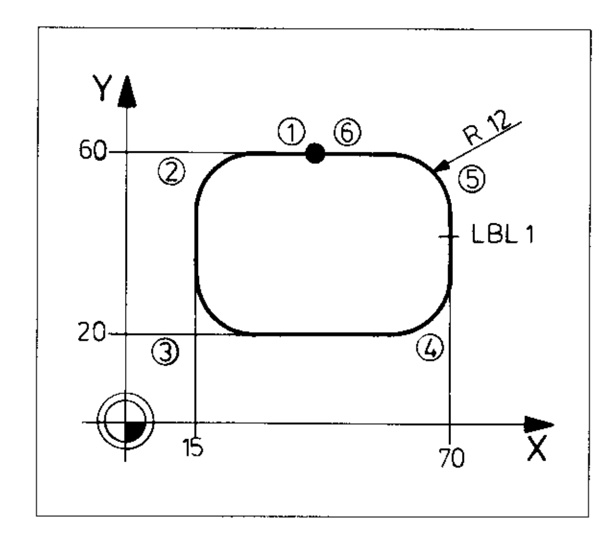


Opération

Ilot rectangulaire avec rayon d'arrondi.

Usinage avec une fraise avec denture frontale (DIN 844), rayon d'outil 5 mm.





PGM 7207

0 BEGIN PGM 7207 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z–40	Pièce brute
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+5	Outil
4 TOOL CALL 1 Z S 111	
5 L Z+100 R0 FMAX M03	
6 CYCL DEF 14.0 CONTOUR	
7 CYCL DEF 14.1 LABEL DE CONTOUR 2 / 1	"Liste" des sous-programmes de contour (suite chronologique)
8 CYCL DEF 6.0 EVIDEMENT	Définition de l'évidement
9 CYCL DEF 6.1 DIST. –2 PROF. –20	
10 CYCL DEF 6.2 PASSE –8 F100 SUREP. +0	
11 CYCL DEF 6.3 ANGLE +0 F500	
12 L X+40 Y+50 Z+2 R0 FMAX M99	Prépositionnement, appel de cycle
13 L Z+20 FMAX M02	Déplacement, retour au début de programme
14 LBL 1	L'îlot résulte de la correction de rayon RR et du sens de déplacement anti-horaire.
15 L X+40 Y+60 **RR**	
16 L X+15	
17 RND R12	
18 L Y+20	
19 RND R12	
20 L X+70	
21 RND R12	
22 L Y+60	
23 RND R12	
24 L X+40	
25 LBL 0	
26 LBL 2	Poche auxiliaire pour limiter la surface à usiner
27 L X–5 Y–5 **RL**	
28 L X+105	
29 L Y+105	
30 L X–5	
31 L Y–5	
32 LBL 0	
33 END PGM 7207 MM	

La création d'une poche de contour de dimensions identiques est affichée avec PGM 7206.



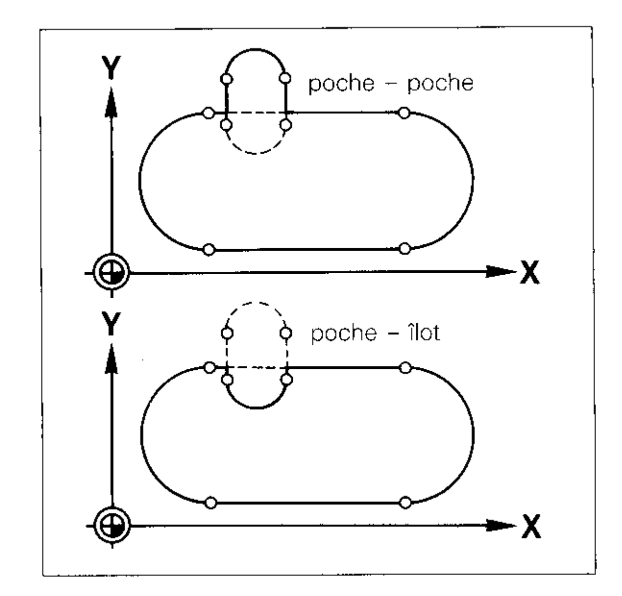
Cycles SL de contournage
Superposition



Superposition de poches et d'îlots

Poches et îlots peuvent être superposés. Le contour est dans ce cas calculé par la CN.

La surface d'une poche peut, par exemple, être agrandie par celle d'une autre poche ou réduite par celle d'un îlot.



Position initiale

L'usinage commence par le label de contour défini dans le cycle 14, au point initial. Les positions initiales doivent être choisies de sorte qu'elles se trouvent le plus éloigné des zones de chevauchement.

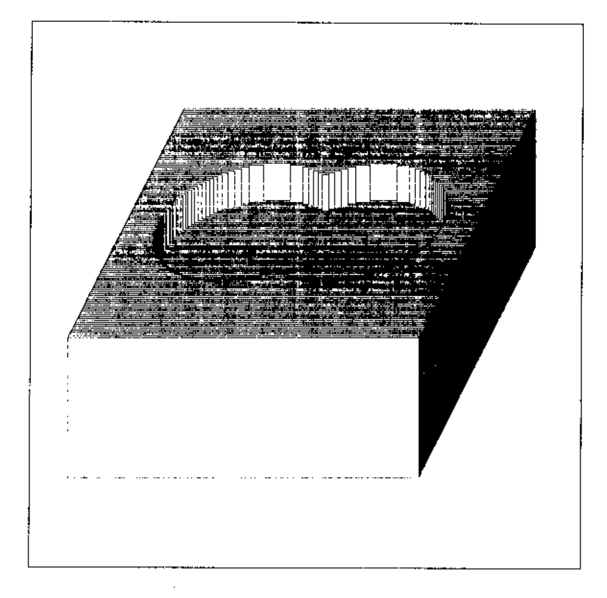
Si l'on décrit les contours partiels suivant le même sens de déplacement – en l'occurrence positif, on reconnaît facilement les poches à leur correction RL et les îlots à leur correction RR.

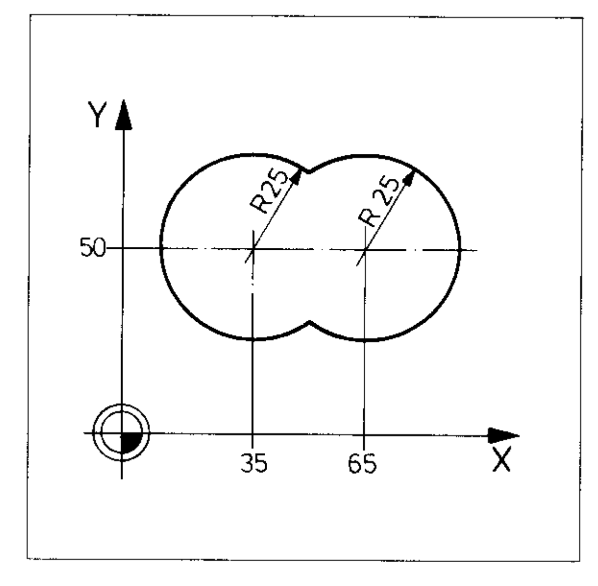


Cycles SL de contournage
Poches superposées

Opération Poches superposées.

Usinage avec une fraise avec denture frontale (DIN 844), rayon d'outil 3 mm.





PGM 7208

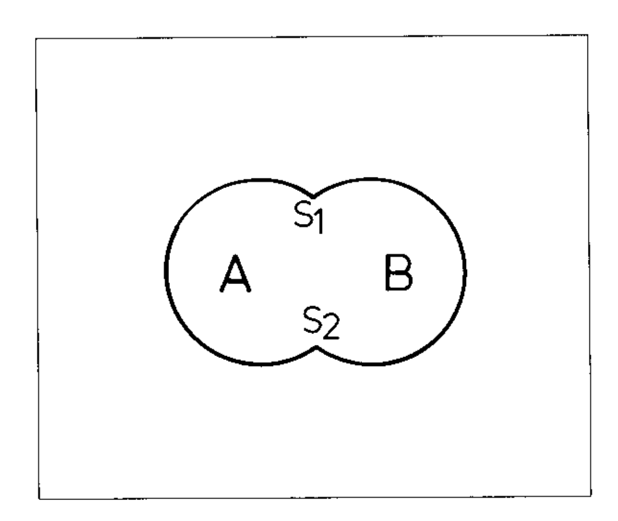
0 BEGIN PGM 7208 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z–40	pièce brute, axe d'outil
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 2 L+0 R+3	outil
4 TOOL CALL 2 Z S 100	
5 L Z+200 R0 FMAX	
6 L X+50 Y+50 FMAX M03	prépositionnement en X et Y, broche activée
7 CYCL DEF 14.0 CONTOUR	"Liste" des sous-programmes de contour
8 CYCL DEF 14.1 LABEL DE CONTOUR 1 / 2	
9 CYCL DEF 6.0 EVIDEMENT	Définition de l'évidement
10 CYCL DEF 6.1 DIST. –2 PROF. –10	
11 CYCL DEF 6.2 PASSE –10 F500 SUREP. +0	
12 CYCL DEF 6.3 ANGLE +0 F500	
13 L Z+2 R0 FMAX M99	Hauteur de sécurité Z, appel de cycle
14 L Z+200 R0 FMAX M02	Déplacement, retour en début de programme

Remarque L'usinage commence par le premier label de contour de la séquence 8.
La première poche doit être usinée à l'extérieur de la seconde.



Cycles SL de contournage
Poches superposées





Points d'intersection

Les éléments de poche A et B se superposent.
La commande calculant automatiquement les points d'intersection S1 et S2, il n'est pas nécessaire de les programmer.
Les poches sont programmées sous forme de cercles.

```
15 LBL 1
16 L X+10 Y+50 RL
17 CC X+35 Y+50
18 C X+10 Y+50 DR+
19 LBL 0
```
A poche à gauche

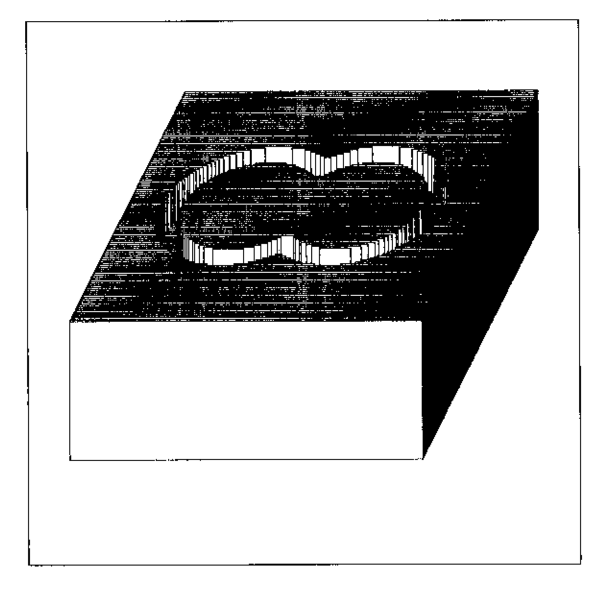
```
20 LBL 2
21 L X+90 Y+50 RL
22 CC X+65 Y+50
23 C X+90 Y+50 DR+
24 LBL 0
```
B poche à droite

```
25 END PGM 7208 MM
```

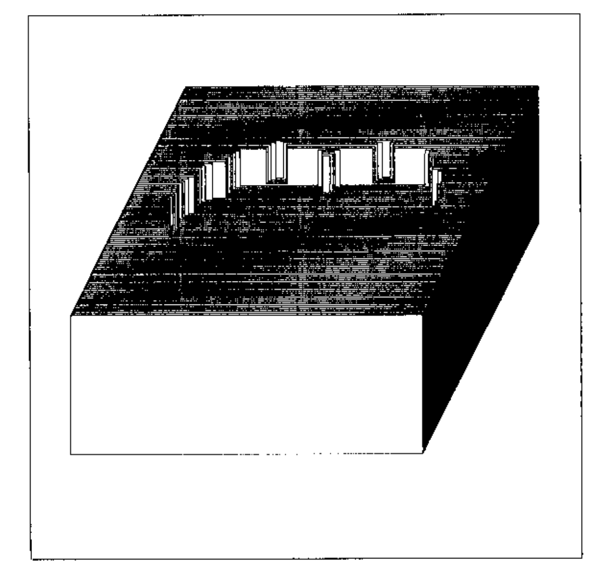
Exécution

Suivant le réglage de la commande (paramètres machine), la fabrication commence par l'usinage des lignes de contour ou par l'usinage de la surface.

Début avec usinage de la ligne de contour



Début avec usinage de la surface





Cycles SL de contournage
Poches superposées



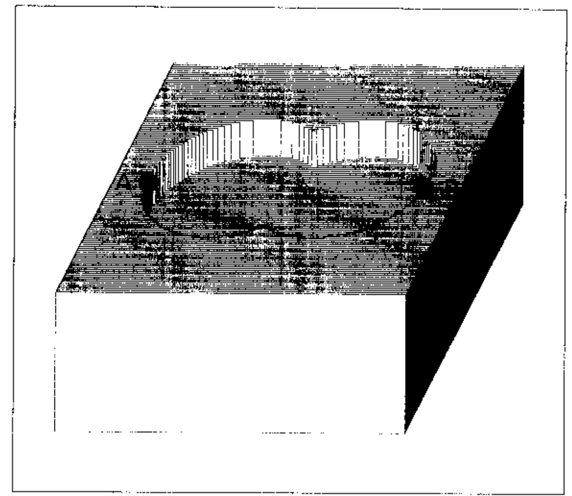
Surface composée

Deux surfaces partielles (élément A et élément B) ainsi que leur surface commune superposée doivent être usinées.

- A et B doivent être des poches
- la première poche (dans le cycle 14) doit commencer à l'extérieur de la seconde.

16 LBL 1
17 L X+10 Y+50 **RL**
18 CC X+35 Y+50
19 C X+10 Y+50 DR+
20 LBL 0

21 LBL 2
22 L X+90 Y+50 **RL**
23 CC X+65 Y+50
24 C X+90 Y+50 DR+
25 LBL 0



● A et ● B sont les points initiaux du label de contour.

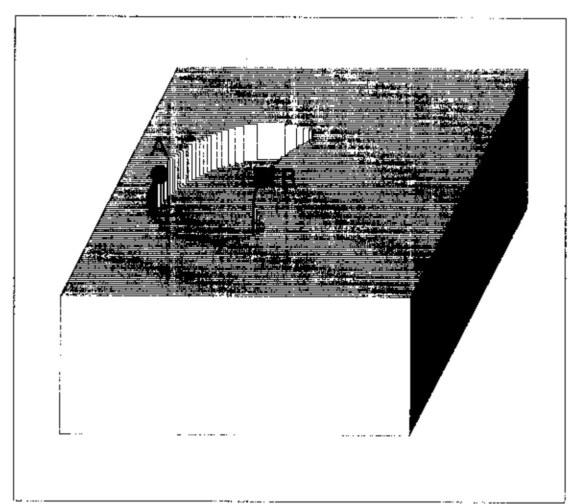
Surface différentielle

La surface A doit être usinée sans la partie recouverte par B!

- A doit être une poche et B un îlot
- A doit commencer à l'extérieur de B.

15 LBL 1
16 L X+10 Y+50 **RL**
17 CC X+35 Y+50
18 C X+10 Y+50 DR+
19 LBL 0

20 LBL 2
21 L X+90 Y+50 **RR**
22 CC X+65 Y+50
23 C X+90 Y+50 DR+
24 LBL 0



Un îlot donné peut également réduire plusieurs surfaces de poche. Les points initiaux des contours de poche doivent tous sans exception se trouver en dehors de l'îlot.

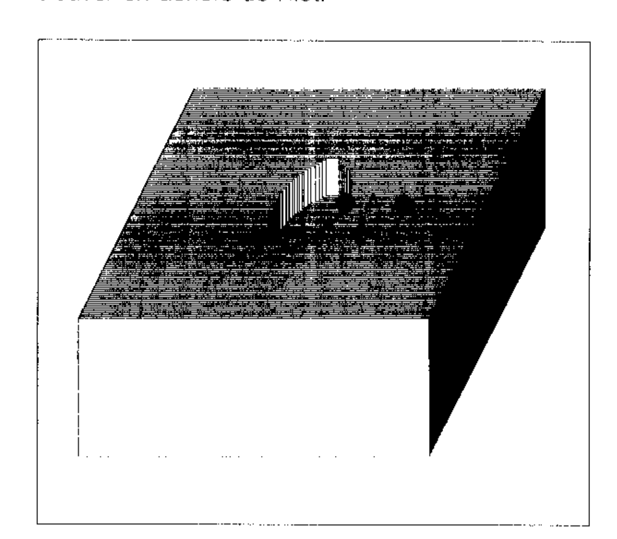
Surface d'intersection

La surface recouverte par A et B doit être usinée. (Seules les surfaces d'intersection doivent être usinées).

- A et B doivent être des poches
- A doit commencer à l'intérieur de B.

15 LBL 1
16 L X+60 Y+50 **RL**
17 CC X+35 Y+50
18 C X+60 Y+50 DR+
19 LBL 0

20 LBL 2
21 L X+90 Y+50 **RL**
22 CC X+65 Y+50
23 C X+90 Y+50 DR+
24 LBL 0





Elargissement de PGM 7208

7 CYCL DEF 14.0 CONTOUR
8 CYCL DEF 14.1 LABEL DE CONTOUR 1 / 2 / 5

25 LBL 5
26 L X+5 Y+5 **RL**
27 L X+95
28 L Y+95
29 L X+5
30 L Y+5
31 LBL 0

Un îlot requiert toujours une délimitation extérieure supplémentaire = poche (dans le cas présent LBL 5).

Une poche peut également réduire plusieurs surfaces de poche. Le début de cette poche doit se trouver à l'intérieur du premier îlot. Les points initiaux des autres contours d'îlot coupés doivent être situés à l'extérieur de la poche.

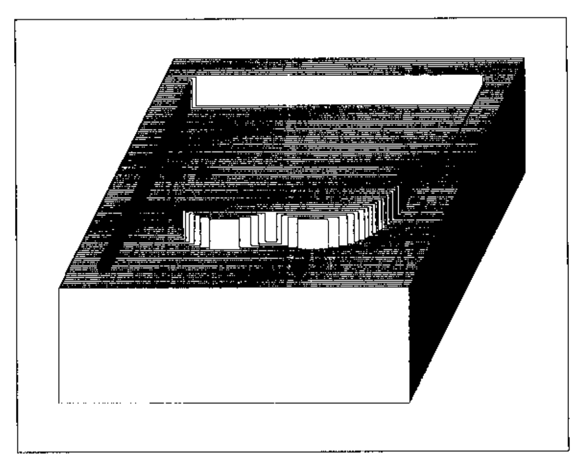
Surface composée

Elément A et élément B ainsi que leur surface commune superposée doivent rester tels qu'ils sont.

- A et B doivent être des îlots
- le premier îlot doit commencer à l'extérieur du second.

16 LBL 1
17 L X+10 Y+50 **RR**
18 CC X+35 Y+50
19 C X+10 Y+50 DR+
20 LBL 0

21 LBL 2
22 L X+90 Y+50 **RR** F500
23 CC X+65 Y+50
24 C X+90 Y+50 DR+
25 LBL 0



● A, B sont les points initiaux du label de contour.

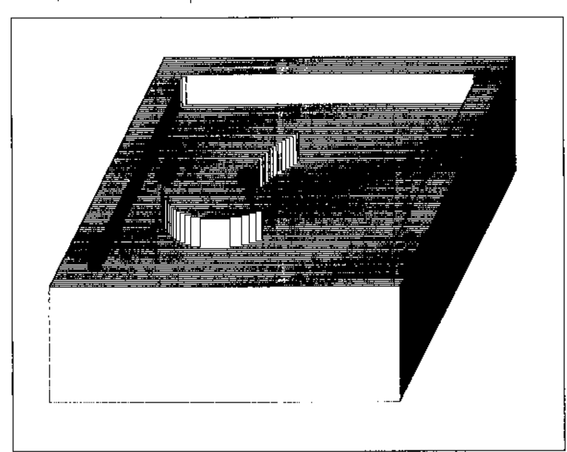
Surface différentielle

La surface A doit rester intacte sans la partie recouverte par B!

- A doit être un îlot et B une poche
- A doit commencer à l'extérieur de B.

15 LBL 1
16 L X+10 Y+50 **RR**
17 CC X+35 Y+50
18 C X+10 Y+50 DR+
19 LBL 0

20 LBL 2
21 L X+40 Y+50 **RL**
22 CC X+65 Y+50
23 C X+40 Y+50 DR+
24 LBL 0



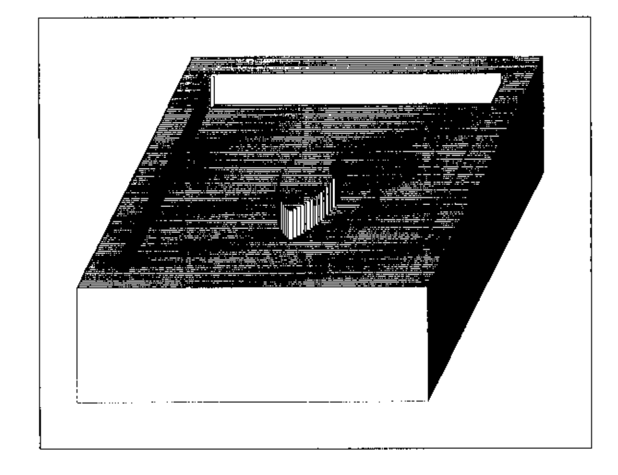
Surface d'intersection

Seule la surface recouverte par A et B doit rester intacte:

- A et B doivent être des îlots
- A doit commencer à l'intérieur de B.

15 LBL 1
16 L X+60 Y+50 **RR**
17 CC X+35 Y+50
18 C X+60 Y+50 DR+
19 LBL 0

20 LBL 2
21 L X+90 Y+50 **RR**
22 CC X+65 Y+50
23 C X+90 Y+50 DR+
24 LBL 0





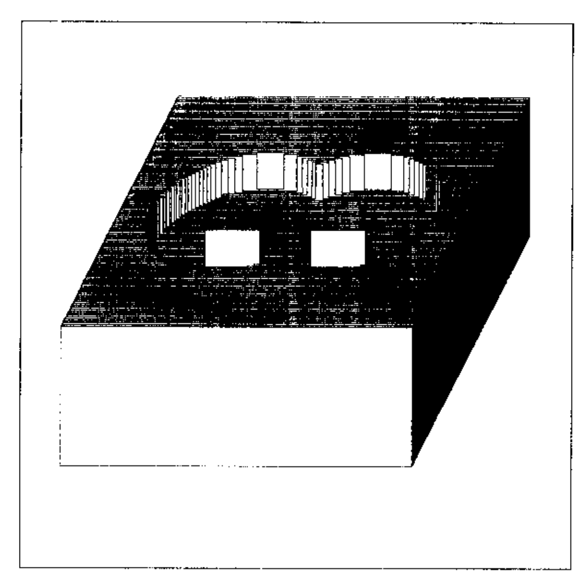
Cycles SL de contournage
Poches et îlots superposés

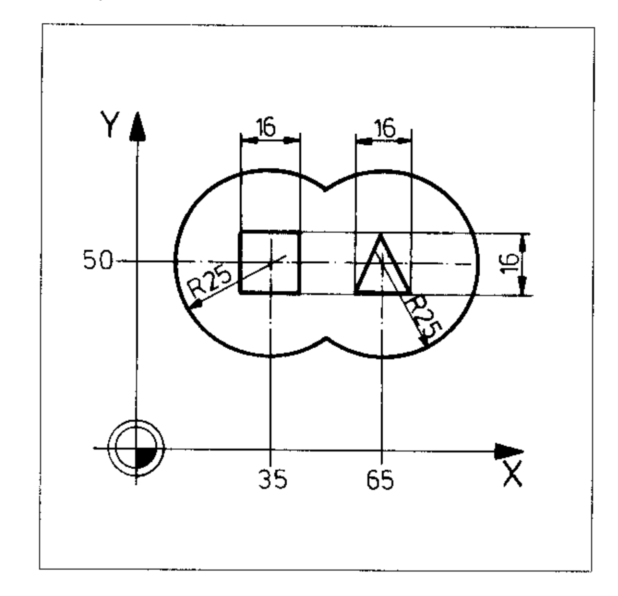


Opération

Poches et îlots superposés.
Des îlots se trouvent à l'intérieur d'une poche.

Usinage avec une fraise avec denture frontale (DIN 844), rayon d'outil 3 mm.





PGM principal 7209

```
0 BEGIN PGM 7209 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z–40
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 TOOL DEF 2 L+0 R+3
4 CYCL DEF 14.0 CONTOUR
5 CYCL DEF 14.1 LABEL DE CONTOUR 1 / 2 / 3 / 4  liste des éléments de contour
6 LBL 10
7 TOOL CALL 0 Z S 0
8 L Z+20 R0 FMAX
9 L X–20 Y–20 FMAX
10 LBL 0
11 STOP M06
12 TOOL CALL 2 Z S 100

13 CYCL DEF 6.0 EVIDEMENT
14 CYCL DEF 6.1 DIST. –2 PROF. –10
15 CYCL DEF 6.2 PASSE –5 F500 SUREP. +0
16 CYCL DEF 6.3 ANGLE +0 F500
17 L Z+2 R0 FMAX
18 CYCL CALL M03
19 CALL LBL 10
20 L Z+20 R0 FMAX M02
```

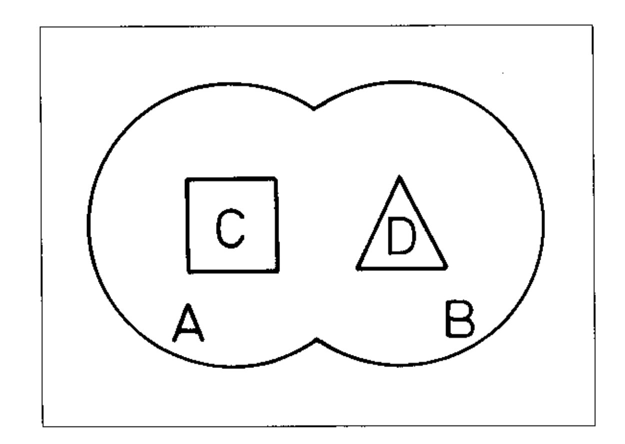
PGM 7209 est un complément de PGM 7208 en ce sens qu'il prévoit l'usinage des îlots situés à l'intérieur de la poche (sous-programmes 3 et 4).



Cycles SL de contournage
Poches et îlots superposés



Le contour est composé de deux éléments A et B, soit deux poches superposées ainsi que de C et D, deux îlots à l'intérieur de ces poches.



Sous-programmes de contour pour PGM 7209

```
21 LBL 1
22 L X+35 Y+25 RL
23 CC X+35 Y+50
24 C X+35 Y+25 DR+
25 LBL 0
26 LBL 2
27 L X+65 Y+25 RL
28 CC X+65 Y+50
29 C X+65 Y+25 DR+
30 LBL 0
31 LBL 3
32 L X+35 Y+42 RR
33 L X+43
34 L Y+58
35 L X+27
36 L Y+42
37 L X+35
38 LBL 0
39 LBL 4
40 L X+65 Y+42 RR
41 L X+73
42 L X+65 Y+58
43 L X+57 Y+42 RR
44 L X+65
45 LBL 0
46 END PGM 7209 MM
```

A poche à gauche (21–25)

B poche à droite (26–30)

C îlot carré (31–38)

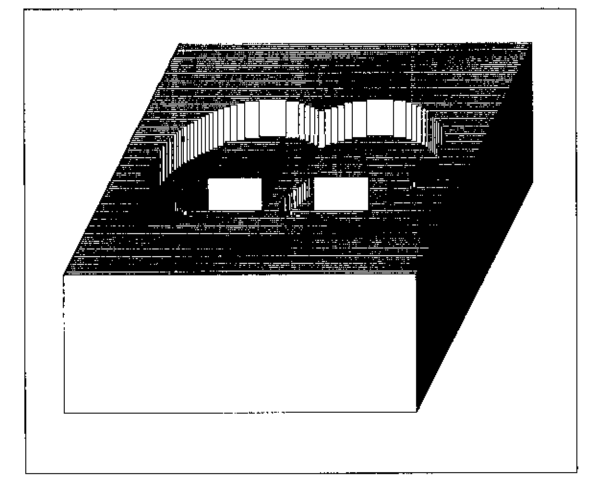
D îlot triangulaire (39–45)

Exécution

Fraisage des contours



Usinage de surfaces (qui ne sont pas déjà usinées)





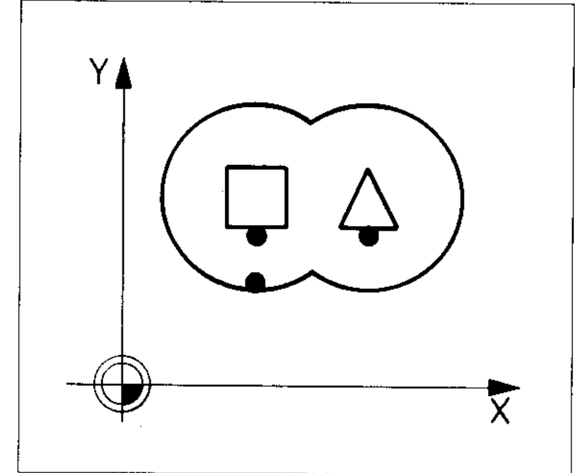
Cycles SL de contournage
Cycle 15: Préperçage



Cycle

Préperçage des points de plongée aux positions initiales corrigées en fonction de la surépaisseur sur les contours partiels.
Lors de contours fermés créés à partir de la superposition de plusieurs poches et îlots, le point de plongée est le point de départ du premier contour partiel.

Le cycle Préperçage requiert un appel de cycle!

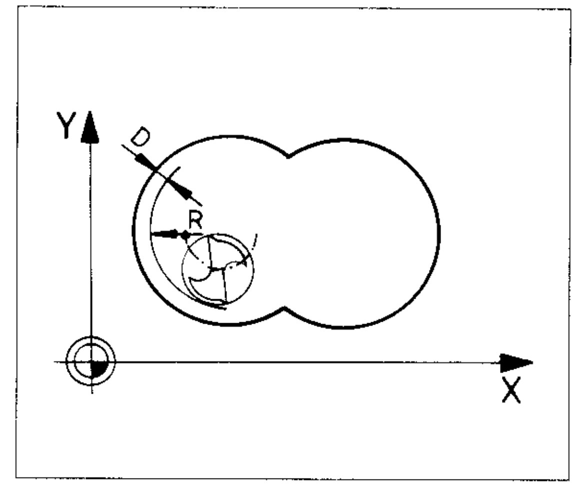


● point de plongée

Données à introduire

Les valeurs à introduire sont les mêmes que pour le perçage profond, il faut en outre introduire **la surépaisseur.**

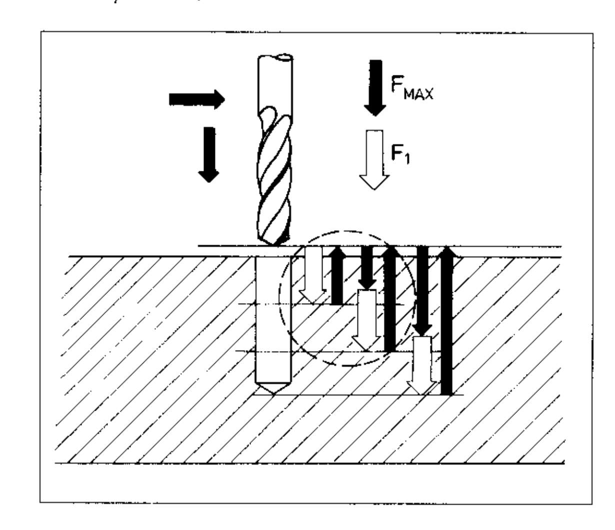
Surépaisseur: cote active dans le plan d'usinage pour le processus de perçage (valeur numérique positive).
La somme du rayon d'outil et de la surépaisseur doit être la même pour le préperçage et pour l'évidement.
Avant d'appeler le cycle, l'outil doit se trouver à la distance d'approche.



D = surépaisseur
R = rayon d'outil

Déroulement

L'outil est automatiquement positionné au premier point de plongée eu égard à la surépaisseur. Un prépositionnement de l'outil peut s'avérer nécessaire en cas d'éventuelle collision.
Le processus de perçage est comparable à celui du cycle standard "Perçage profond".
L'outil est ensuite amené au second point de plongée à la distance d'approche programmée.
On répète alors le même processus.



Exemple

18 CYCL DEF 15.0 PREPERÇAGE	
19 CYCL DEF 15.1 DIST. –2	distance d'approche
PROF. –20	profondeur de perçage
20 CYCL DEF 15.2 PASSE –10	profondeur de passe
F40 SUREP. +1	avance lors de la plongée et surépaisseur



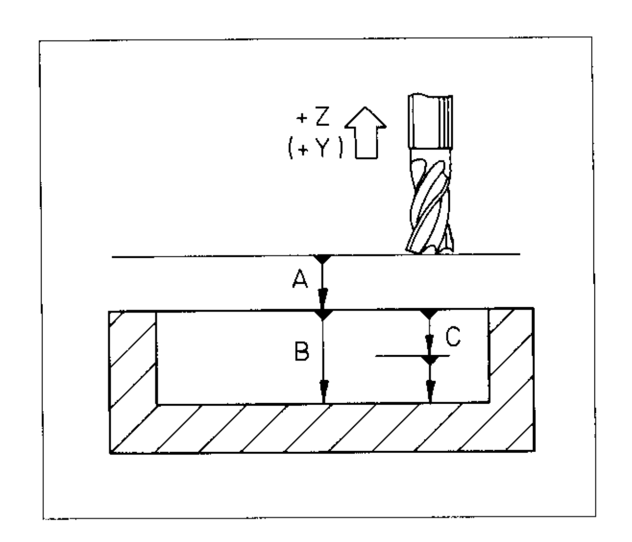
Cycles SL de contournage
Cycle 16: Fraisage de contour (finissage)



Cycle

Le cycle 16 "Fraisage de contour" permet de finir la poche usinée.

Plus généralement, ce cycle peut être appelé pour fraiser des contours composés de contours partiels.
Avantages:
- calcul des points d'intersection des contours
- pas de collision.



Outil

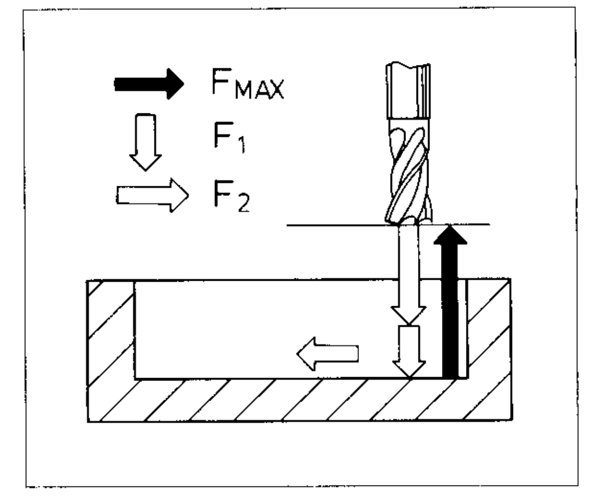
Le cycle 16 requiert un outil tranchant en son centre.

Appel d'outil obligatoire!
Distance d'approche A, profondeur de fraisage B et profondeur de passe C sont comparables aux données valables pour le perçage profond.
Les signes doivent être comparables, en règle générale négatifs.

Données à introduire

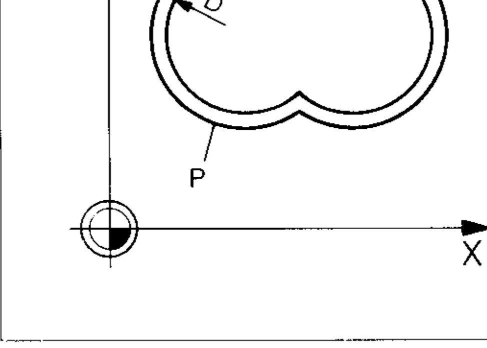
Avance plongée: vitesse de déplacement de l'outil lors de la plongée (F_1).
Sens de rotation lors du fraisage de contour: sens du déplacement de la fraise le long du contour de la poche (contours d'îlot: sens de fraisage inverse).
Pour M3 on a:
DR+: fraisage en avalant pour poche et îlot
DR–: fraisage en opposant pour poche et îlot
Avance: vitesse de déplacement de l'outil dans le plan de travail (F_2).

Avant d'appeler le cycle, il importe de s'assurer que l'outil est à la distance d'approche (A).



Déroulement

L'outil est automatiquement positionné au dessus du premier point de contour.
Veiller au danger de collision avec des dispositifs de réglage de tension!
L'outil plonge ensuite selon l'**avance programmée** et effectue la première **passe en profondeur.**
Après avoir atteint la première profondeur de passe, l'outil fraise le premier contour d'après l'avance programmée en tenant compte du **sens de rotation introduit.**
Puis l'outil exécute la seconde passe et le processus se répète jusqu'à ce que soit atteinte la profondeur de fraisage requise.
Les contours partiels suivants sont fraisés de la même manière.



P = contour programmé (poches)
D = surépaisseur (cycle 6 Evidement)

Exemple

25 CYCL DEF 16.0 FRAIS. DE CONTOUR	
26 CYCL DEF 16.1 DIST. –2	distance d'approche
PROF. –20	profondeur de fraisage
27 CYCL DEF 16.2 PASSE –10	profondeur de passe
F40 ROTATION– F60	avance lors de la plongée, sens de fraisage et avance dans le plan d'usinage



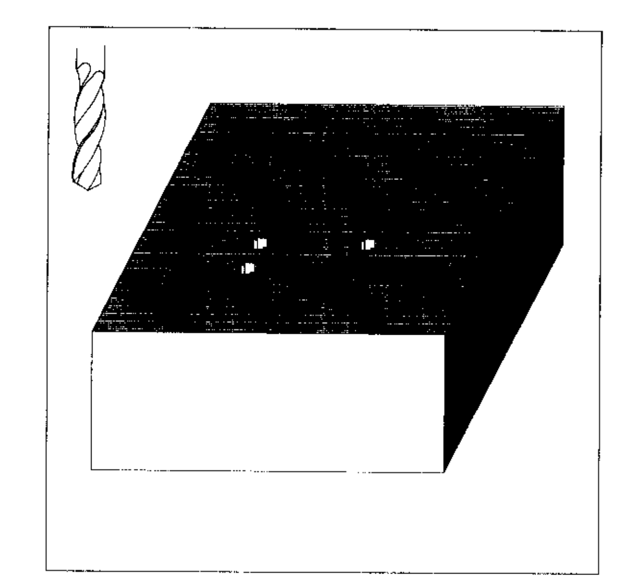
Cycles SL de contournage
Usinage avec plusieurs outils



Le schéma suivant vous présente un programme dans lequel sont prévus un préperçage, un évidement et un fraisage de contours.

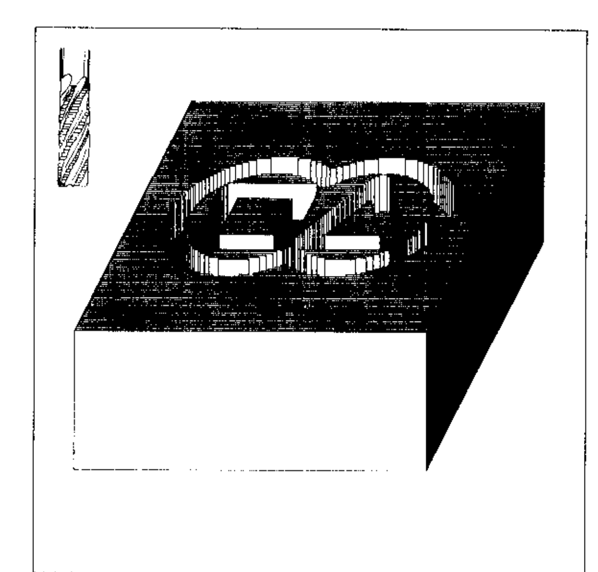
Liste de sous-programmes de contournage

définition de cycle
CYCL DEF 14.0 CONTOUR
Pas d'appel!



Perçage

définir le foret et appeler
définition de cycle
CYCL DEF 15.0 PREPERCER
prépositionner
appel de cycle!



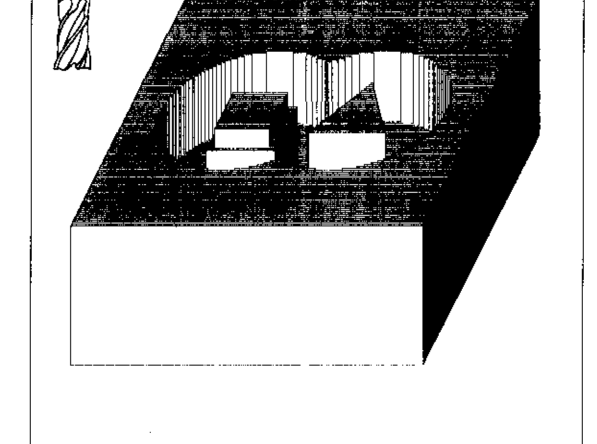
Ebauche

définir la fraise d'ébauche
définition de cycle
CYCL DEF 6.0 EVIDEMENT
prépositionner
appel de cycle!



Finissage

définir la fraiseuse de finition et appeler
définition de cycle
CYCL DEF 16.0 FRAISAGE DE CONTOUR
prépositionner
appel de cycle!



STOP M02

Sous-programmes de contournage

sous-programmes pour contours partiels.

Opération

Superposition de poches et îlots.

Usinage avec préperçage, ébauche et finissage.

PGM principal 7210

0 BEGIN PGM 7210 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z–40	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL DEF 1 L+0 R+2.2	foret
4 TOOL DEF 2 L+0 R+3	fraise d'ébauche
5 TOOL DEF 3 L+0 R+2.5	fraiseuse de finition
6 CYCL DEF 14.0 CONTOUR	
7 CYCL DEF 14.1 LABEL DE CONTOUR 1 / 2 / 3 / 4	
8 LBL 10	
9 TOOL CALL 0 Z S 0	changement d'outil
10 L Z+20 R0 FMAX	
11 L X–20 Y–20 R0 FMAX	
12 LBL 0	
13 STOP M06	
14 TOOL CALL 1 Z S 100	
15 CYCL DEF 15.0 PREPERÇAGE	prépercer
16 CYCL DEF 15.1 DIST. –2 PROF. –20	
17 CYCL DEF 15.2 PASSE –5 F500 SUREP. +2	
18 L Z+2 R0 FMAX	
19 CYCL CALL M03	
20 CALL LBL 10	
21 STOP M06	
22 TOOL CALL 2 Z S 100	
23 CYCL DEF 6.0 EVIDEMENT	ébaucher
24 CYCL DEF 6.1 DIST. –2 PROF. –20	
25 CYCL DEF 6.2 PASSE –5 F100 SUREP. +2	
26 CYCL DEF 6.3 ANGLE +0 F500	
27 L Z+2 R0 FMAX	
28 CYCL CALL M03	
29 CALL LBL 10	
30 STOP M06	
31 TOOL CALL 3 Z S 500	
32 CYCL DEF 16.0 FRAIS. DE CONTOUR	finir
33 CYCL DEF 16.1 DIST. –2 PROF. –20	
34 CYCL DEF 16.2 PASSE –5 F100 DR– F500	
35 L Z+2 R0 FMAX	
36 CYCL CALL M03	
37 CALL LBL 10	
38 L Z+20 R0 FMAX M02	déplacement et retour

PGM 7210 part de PGM 7209:

La partie de programme général s'étend et compte dorénavant les définitions de cycle et appels pour prépercer et finir.

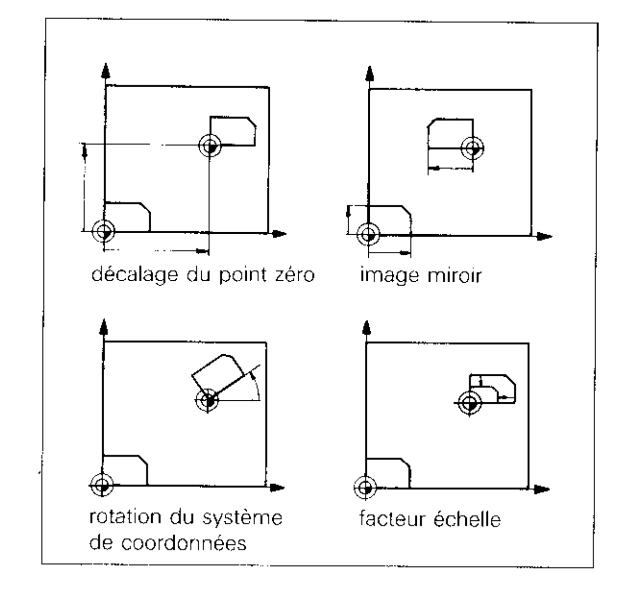
Les sous-programmes de contournage de 1 à 4 sont identiques à ceux de PGM 7209 et doivent être ajoutés à la suite de la séquence 8.



Conversion du système de coordonnées
Généralités



On entend par conversion du système de coordonnées les cycles suivants:
7.0 décalage du point zéro
8.0 image miroir
10.0 rotation du système de coordonnées
11.0 facteur échelle.



Original

Les conversions de coordonnées permettent d'obtenir des variantes d'une partie de programme donnée.
Dans les exemples qui suivent, le sous-programme 1 est systématiquement considéré comme "original" (de couleur grise).

Début de l'action

Chaque conversion est active sur le champ. Pas besoin d'appel.

Durée de l'action

Les conversions de coordonnées sont valables jusqu'à ce qu'elles soient modifiées ou annulées.

L'arrêt ou la sortie d'un programme ne change rien. Ceci est également valable lorsque le même programme est relancé par GOTO □ à un autre endroit.

Fin de l'action

Pour desactiver les conversions du système de coordonnées, il existe les possibilités suivantes:
- définition de cycle pour comportement standard (par ex. facteur échelle 1.0).
- exécution des fonctions auxiliaires M02, M30 ou avec la séquence END PGM ... (en fonction des paramètres machine).
- sélection d'un nouveau programme avec "PGM NAME" dans le mode de fonctionnement Déroulement de programme "en continu" ou "pas à pas".

Message d'erreur

Lorsqu'un cycle est appelé suite à une définition de conversion, il existe plusieurs possibilités.
1. Le cycle d'usinage dernièrement défini est exécuté.
2. Si aucun cycle d'usinage n'était défini, le message d'erreur suivant apparaît à l'écran:

CYCL INCOMPLET

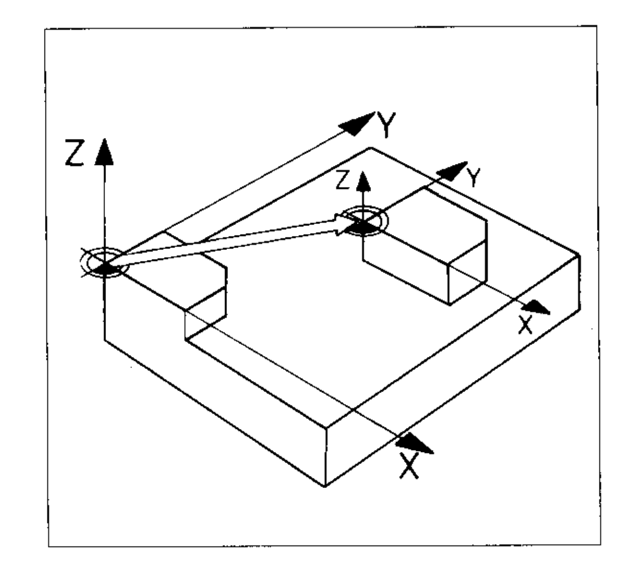


Conversions de coordonnées
Cycle 7: décalage du point zéro



Cycle

Dans le cadre d'un programme donné, il est possible de décaler le point zéro programmé à une position quelconque.
Le point zéro pièce absolu défini manuellement lui reste intact.
On peut ainsi exécuter des opérations d'usinage répétitives (par ex. sous-programmes) à différents endroits de la pièce sans pour autant réintroduire à chaque fois la partie de programme concernée.



Combinaison avec d'autres conversions de coordonnées

Lorsque l'on combine plusieurs conversions, il faut veiller à l'ordre chronologique!
En général, on doit définir le décalage **avant** toute autre conversion.

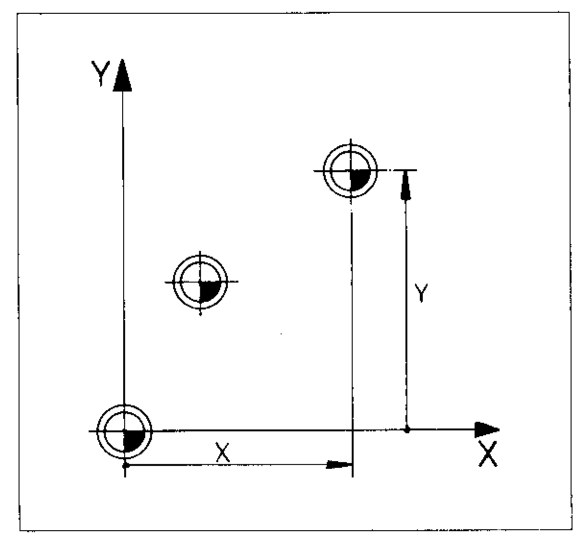
En conséquence, un programme ou un extrait de programme peut être exécuté à plusieurs endroits sous forme variée, à savoir différemment orienté, réduit ou réfléchi.



Effet

Lors de la définition, il suffit d'introduire les coordonnées du nouveau point zéro.

Toute conversion activée figure sur l'affichage d'état.
Toutes les autres introductions de coordonnées se réfèrent au nouveau point zéro.



décalage absolu

Incrémental Absolu

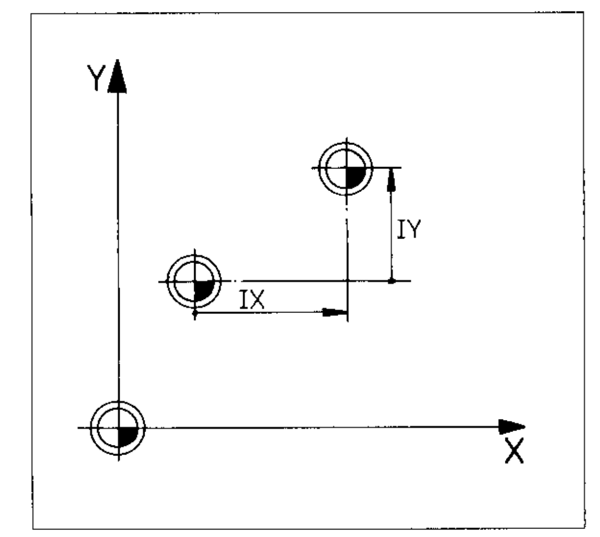
Lors de la définition de cycle, les coordonnées peuvent être données en valeur incrémentale ou absolue:

- valeur absolue: les coordonnées du nouveau point zéro se rapportent au point zéro pièce défini manuellement. Voir schéma ci-contre.
- valeur incrémentale: les coordonnées du nouveau point zéro se réfèrent au dernier point zéro, qui peut tout à fait être un point décalé. Voir schéma ci-dessous.

Annuler le décalage

Pour annuler un décalage du point zéro, on introduit: X0/Y0/Z0 ...
On ne doit introduire que les axes "décalés".

CYCL DEF 7.0 POINT ZERO
CYCL DEF 7.1 X+0
CYCL DEF 7.2 Y+0



décalage incrémental

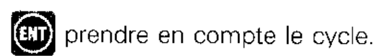


Conversions de coordonnées
Cycle 7: décalage du point zéro



Sélection de cycle

Ouverture de dialogue 



CYCL DEF 7 POINT ZERO	ENT prendre en compte le cycle.

Introduction de valeur

DECALAGE ?	X sélectionner l'axe introduire les coordonnées du nouveau point zéro Y le décalage du point zéro est possible pour tous les 5 axes. ENT Lorsque le décalage du point zéro touche tous les axes ne prendre en compte les coordonnées qu'après les avoir tous introduits.



Exemple

Une opération de fabrication écrite sous forme de sous-programme doit être exécutée comme suit:

a) par rapport au point zéro initialisé X+0/Y+0 et par ailleurs

b) par rapport au point zéro décalé X+40/Y+60.

TOOL DEF 1 L0 R5
TOOL CALL 1 Z S200

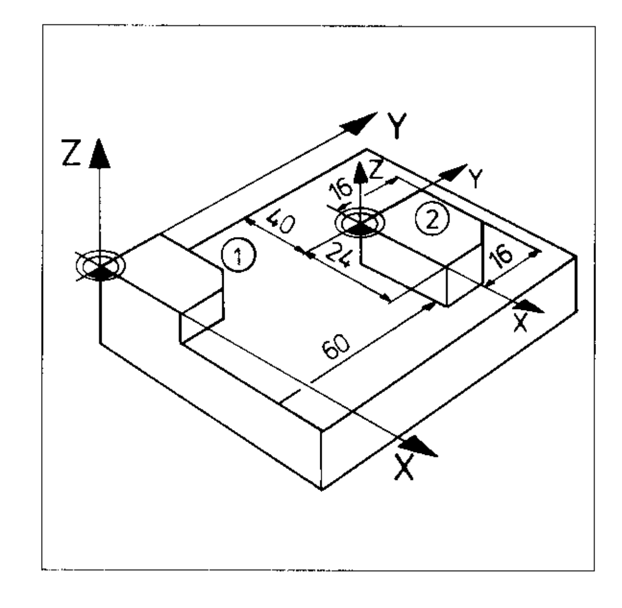
CALL LBL 1 — sans décalage du point zéro ①

CYCL DEF 7.0 POINT ZERO
CYCL DEF 7.1 X+40
CYCL DEF 7.2 Y+60

CALL LBL 1 — avec décalage du point zéro ②

CYCL DEF 7.0 POINT ZERO
CYCL DEF 7.1 X+0 — annuler le décalage du point zéro
CYCL DEF 7.2 Y+0

L Z+50 FMAX M02





Sous-programme

```
LBL 1
L X–10 Y–10 R0 FMAX M03
L Z+2 FMAX
L Z–5 F100
L X+0 Y+0 RL F500
L Y+20
L X+25
L X+30 Y+15
L Y+0
L X+0
L X–10 Y–10 R0
L Z+2 FMAX
LBL 0
```



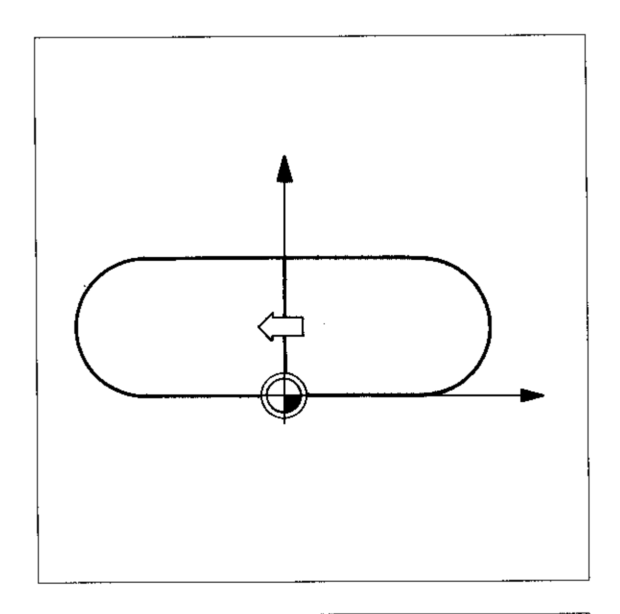


Conversions des coordonnées
Cycle 8: image miroir



Cycle

L'image miroir d'un axe donné permet d'inverser le sens de cet axe. Pour toutes les coordonnées de cet axe, on prend alors le signe inverse. On obtient ainsi un contour programmé ou une image de perçage sous forme de représentation réfléchie.
L'image miroir n'est possible que dans le plan d'usinage. On peut avoir une image miroir d'un voire deux axes simultanément.



Action

Dès que l'on définit une image miroir, celle-ci est active. Les axes réfléchis figurant dans l'affichage d'état apparaissent sur fond clair.
On effectue une image miroir à partir du point zéro actuel.
En conséquence, il importe de décaler le point zéro à la position requise avant de définir le cycle.



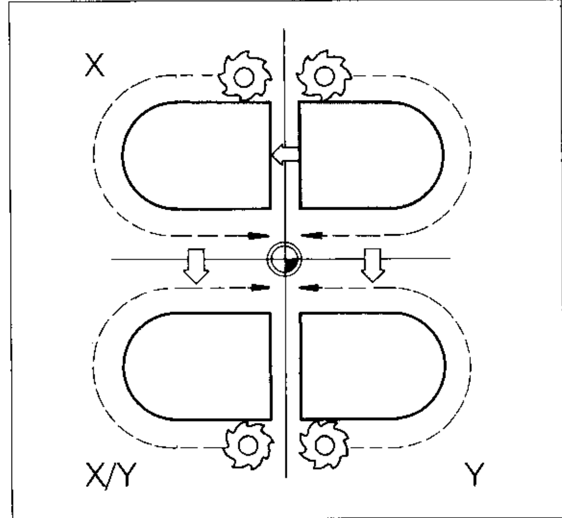
Axes réfléchis

On introduit systématiquement les axes qui devront par la suite faire l'objet d'une image miroir.
L'axe d'outil ne peut être réfléchi.

Fraisage en avalant et en opposition

Image miroir d'un axe: Avec le signe des coordonnées, le sens de déplacement est inversé de sorte que l'usinage en avalant se fait dorénavant en opposant et vice versa.
Dans les cycles d'usinage, le sens de fraisage demeure intact.

Image miroir de deux axes: un contour réfléchi suivant un axe est réfléchi à deux reprises – suivant l'autre axe.
Le sens de déplacement ainsi que l'usinage en avalant restent intacts.



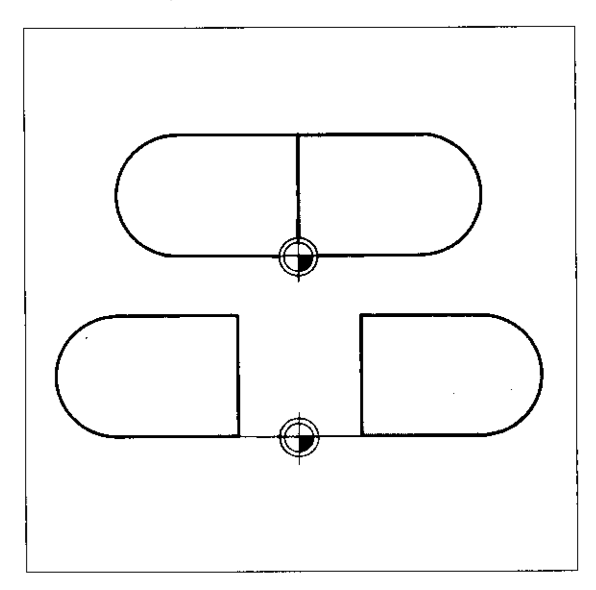
X, Y = axes qui seront dorénavant réfléchis



Position du point zéro

L'application de l'image miroir dépend de la position du point zéro:

1. le point zéro se trouve sur le contour de la pièce: La pièce adhère à l'axe!
2. le point zéro est en dehors du contour: La pièce est décalée par rapport à l'axe!



Annuler l'image miroir

Le cycle Image miroir est annulé comme suit: introduction du cycle Image miroir puis répondre à la question de dialogue par "NO ENT".

CYCL DEF 8.0 IMAGE MIROIR
CYCL DEF 8.1



Conversions des coordonnées
Cycle 8: image miroir



Sélection de cycle

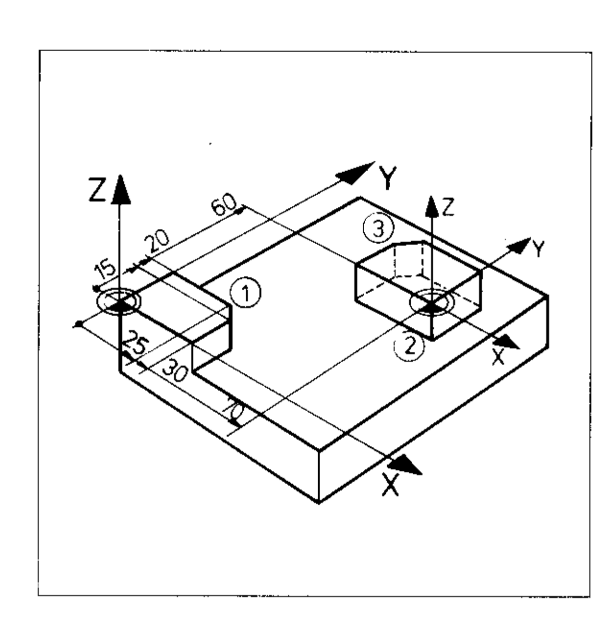
Ouverture de dialogue   ou 

CYCL DEF 8 IMAGE MIROIR	 prendre en compte le cycle.

AXE REFLECHI ?	 introduire l'axe qui sera réfléchi, par ex. X.  introduire le cas échéant un second axe, par ex. Y. END □ prendre en compte les axes et clôturer l'introduction avec END □.

Exemple

Une pièce (sous-programme 1) doit être exécutée une fois à la position X+0/Y+0 et une seconde fois réfléchie en X à la position X+70/Y+60.



TOOL DEF 1 L+0 R5 TOOL CALL 1 Z S200	
CALL LBL 1 REP	non réfléchi ①
	exécution réfléchie: suite chronologique
CYCL DEF 7.0 POINT ZERO CYCL DEF 7.1 X+70 CYCL DEF 7.2 Y+60	1. décalage du point zéro ②
CYCL DEF 8.0 IMAGE MIROIR CYCL DEF 8.1 X	2. image miroir ③
CALL LBL 1	3. appel de sous-programme
CYCL DEF 8.0 IMAGE MIROIR CYCL DEF 8.1	annuler l'image miroir
CYCL DEF 7.0 POINT ZERO CYCL DEF 7.1 X+0 CYCL DEF 7.2 Y+0	annuler le décalage du point zéro
L Z+50 FMAX M02	déplacement, retour



Sous-programme

```
LBL 1
L X–10 Y–10 R0 FMAX M03
L Z+2 FMAX
L Z–5 F100
L X+0 Y+0 RL F200
L Y+20
L X+25
L X+30 Y+15
L Y+0
L X+0
L X–10 Y–10 R0
L Z+2 FMAX
LBL 0
```

Remarque

Pour que l'usinage soir optimal, veiller à observer l'ordre chronologique des cycles tel qu'il est indiqué ci-dessus.



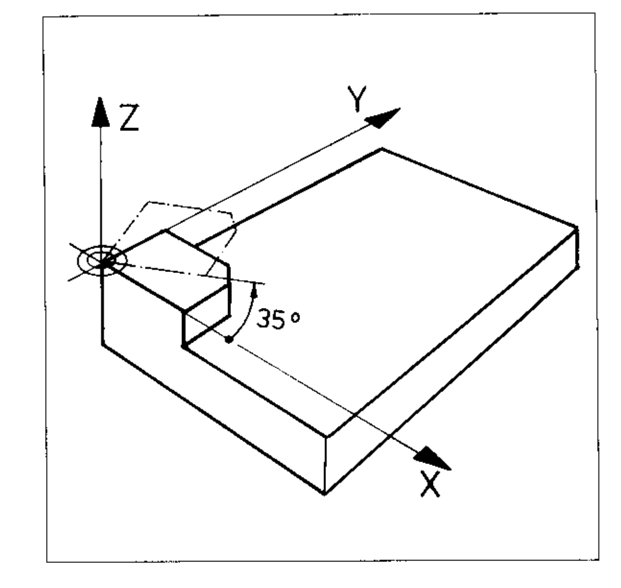


Conversions des coordonnées
Cycle 10: rotation du système de coordonnées



Cycle

Dans le cadre d'un programme donné, on peut orienter différemment le système de coordonnées dans le plan d'usinage en conservant le même point zéro.



Action

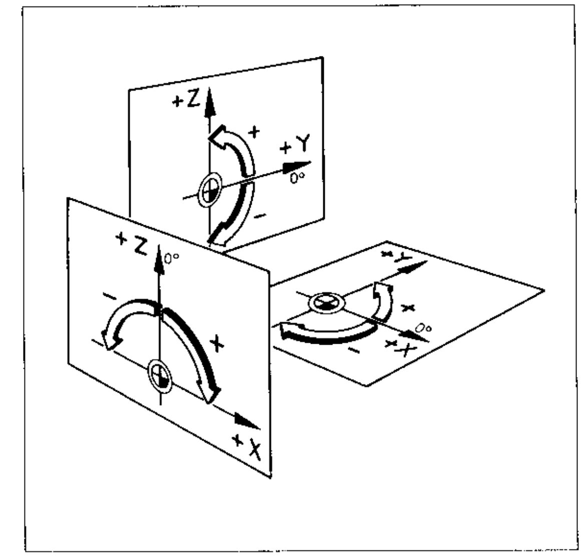
La rotation est active sans qu'il soit nécessaire de l'appeler. Elle est de même active dans le mode de fonctionnement "Positionnement avec introduction manuelle".

Angle de rotation

Pour effectuer une rotation du système de coordonnées, il suffit d'introduire l'angle de rotation ROT (rotation).

Plans

plan **X**Y: axe +X = 0° (standard)
plan **Y**Z: axe +Y = 0°
plan **Z**X: axe +Z = 0°.



Toutes les coordonnées introduites à la suite de la rotation se réfèrent alors au système de coordonnées différemment orienté.

L'angle de rotation est exprimé en degré (°).
Plage d'introduction: de −360° à +360° (absolu ou incrémental).

Mise en application de la rotation

```
CYCL DEF 10.0 ROTATION
CYCL DEF 10.1 ROT+35
```

L'angle de rotation actif est indiqué avec "ROT" dans l'affichage d'etat.

Annuler la rotation

Une rotation est annulée en introduisant l'angle de rotation 0°.

```
CYCL DEF 10.0 ROTATION
CYCL DEF 10.1 ROT+0
```



Conversions de coordonnées
Cycle 10: rotation du système de coordonnées



Définition de cycle

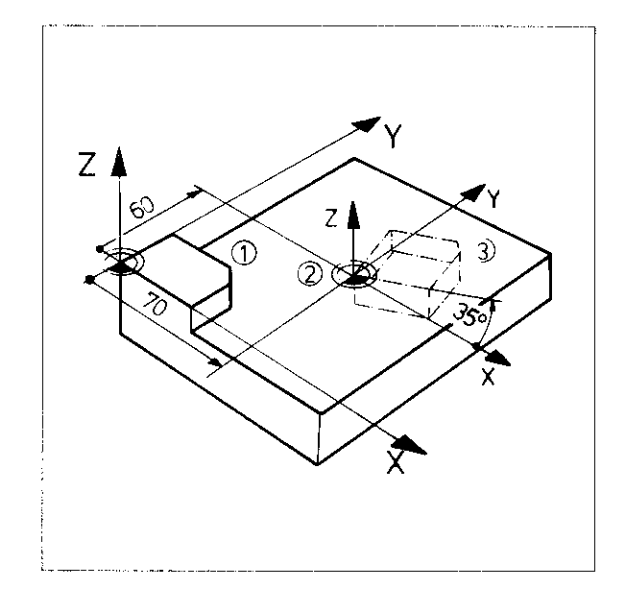
Ouverture de dialogue — CYCL DEF ↑ ou GOTO 1 0 ENT

CYCL DEF 10 ROTATION	ENT prendre en compte le cycle

ANGLE DE ROTATION ?	introduire l'angle de rotation
	I incrémental-absolu?
	ENT prise en compte de la valeur introduite.

Exemple

Un contour (sous-programme 1) doit se référer au point zéro X+0/Y+0 et au point zéro X+70/Y+60 (après rotation).



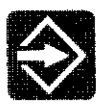
TOOL DEF 1 L0 R5 TOOL CALL 1 Z S200	
CALL LBL 1	exécution standard ①
CYCL DEF 7.0 POINT ZERO CYCL DEF 7.1 X+70 CYCL DEF 7.2 Y+60	exécution après rotation. Suite chronologique: 1. décalage du point zéro ②
CYCL DEF 10.0 ROTATION CYCL DEF 10.1 ROT+35	2. rotation ③
CALL LBL 1	3. appel de sous-programme
CYCL DEF 10.0 ROTATION CYCL DEF 10.1 ROT 0	annuler la rotation
CYCL DEF 7.0 POINT ZERO CYCL DEF 7.1 X+0 CYCL DEF 7.2 Y+0	annuler le décalage du point zéro
L Z+200 FMAX M02	retour à la première séquence du programme principal

Sous-programme

Un sous-programme attenant (voir "Décalage du point zéro") est programmé après M02.

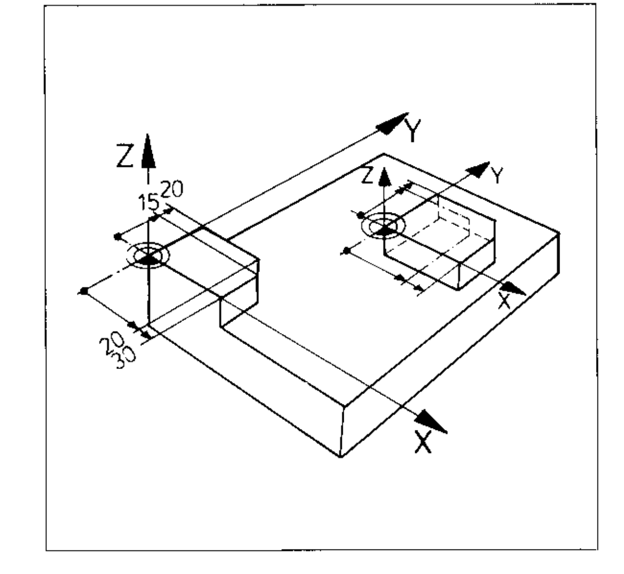


Conversions de coordonnées
Cycle 11: facteur échelle



Cycle

Dans un même programme, il est possible d'agrandir ou de réduire certains contours. On peut ainsi usiner des contours dont la géométrie est comparable à celle d'un original donné sans qu'il soit nécessaire de les programmer de nouveau ou bien encore de tenir compte des facteurs de rétrécissement ou d'agrandissement.





Le facteur échelle donne lieu à des modifications (indépendamment des paramètres machine) soit dans le plan d'usinage, soit dans le plan tridimensionnel (voir chapitre "Informations complémentaires", "Paramètres utilisateur").

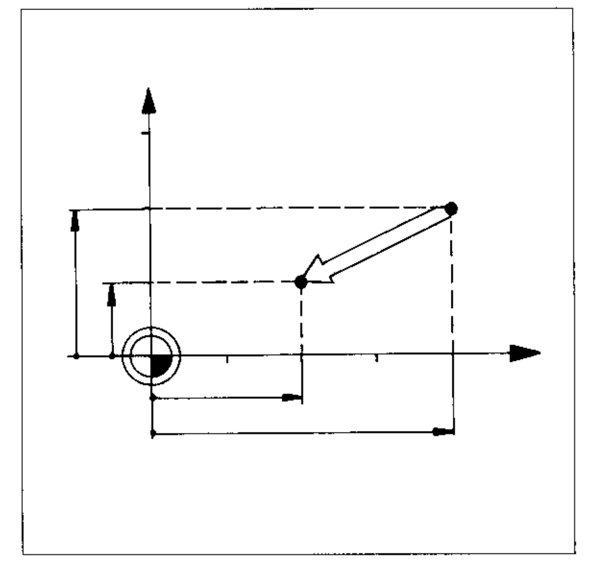
Action

Le facteur échelle ne nécessite aucun appel: Les facteurs échelle supérieurs à 1 donnent lieu à un agrandissement des dimensions et ceux situés entre 0 et 1 à une réduction de celles-ci.

Facteur SCL

Pour agrandir ou réduire un contour, on introduit le facteur échelle SCL (scaling). Ce facteur fait en sorte que la commande multiplie toutes les coordonnées et tous les rayons du plan d'usinage suivant les axes X, Y et Z (indépendamment de MP 7410; voir "Informations complémentaires"). Le facteur influe également sur les cotes introduites dans les cycles.

Plage d'introduction: de 0,000001 à 99,999999.



Position du point zéro

Pour des raisons pratiques, on initialise le point zéro sur l'arête d'un contour. En cas de réduction ou d'agrandissement, la position du point zéro du système de coordonnées reste inchangée si le point zéro n'est pas décalé par la suite ou bien si un décalage de celui-ci n'a pas été programmé avant l'introduction du nouveau facteur échelle.



Mise en application du facteur échelle

CYCL DEF 11.0 FACTEUR ECHELLE
CYCL DEF 11.1 SCL 0,8

Annuler le facteur échelle

Le cycle "Facteur échelle" peut être annulé comme suit:

Introduction du cycle Facteur échelle et par la suite du facteur 1,0;

CYCL DEF 11.0 FACTEUR ECHELLE
CYCL DEF 11.1 SCL 1.0



Conversions de coordonnées
Cycle 11: facteur échelle



Définition de cycle

Ouverture de dialogue CYCL DEF ↑ ou GOTO 1 1 ENT

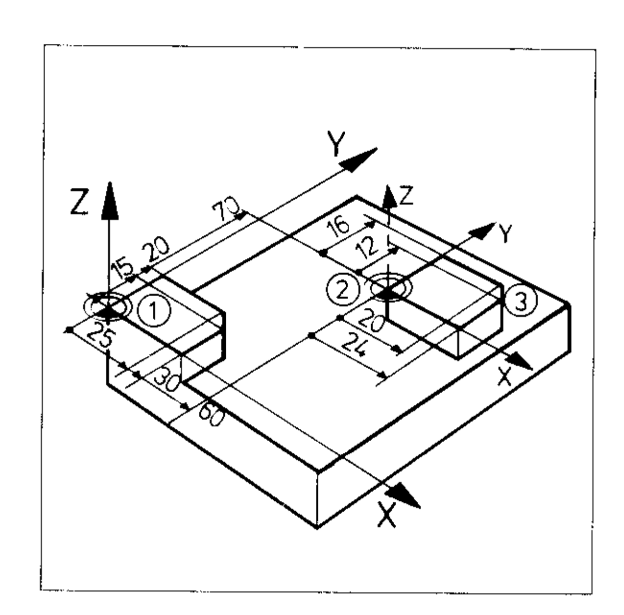
CYCL DEF 11.0 FACTEUR ECHELLE	ENT prendre en compte le cycle.

FACTEUR ?	 introduire le facteur échelle. ENT prise en compte de la valeur introduite.

Exemple

Un contour (sous-programme 1) doit se référer au point zéro initialisé manuellement X+0/Y+0 puis au point zéro X+60/Y+70 avec le facteur échelle 0,8.

TOOL DEF 1 L+0 R5
TOOL CALL 1 Z S200



CALL LBL 1	exécution dans les dimensions originelles ①
CYCL DEF 7.0 POINT ZERO	exécution en tenant compte du facteur échelle. Suite chronologique:
CYCL DEF 7.1 X+60 CYCL DEF 7.2 Y+70	1. décalage du point zéro ②
CYCL DEF 11.0 FACTEUR ECHELLE CYCL DEF 11.1 SCL 0.8	2. définir le facteur échelle ③
CALL LBL 1	3. appeler le sous-programme (facteur échelle activé)
CYCL DEF 11.0 FACTEUR ECHELLE CYCL DEF 11.1 SCL 1.0 CYCL DEF 7.0 POINT ZERO CYCL DEF 7.1 X+0 CYCL DEF 7.2 Y+0	annuler les conversions.
L Z+200 FMAX M02	déplacement, retour.

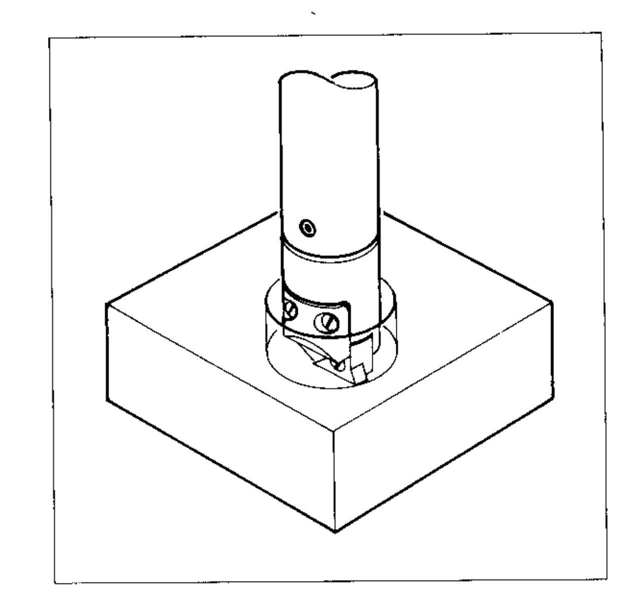
Sous-programme

Un sous-programme attenant (voir "Décalage du point zéro") est programmé après M02.



Autres cycles
Cycle 9: temporisation





Cycle

Dans tout programme on cours, la séquence suivante est exécutée après écoulement de la temporisation programmée.
La temporisation n'intervient pas au niveau des états de type modal tels la rotation broche.

Action

Le cycle temporisation est exécuté dès qu'il est défini sans qu'il soit nécessaire de l'appeler!

CYCL DEF 9.0 TEMPORISATION
CYCL DEF 9.1 TEMP. 0,500

Utilisations possibles

Une temporisation programmée après chaque passe de perçage permet, par exemple, de briser très simplement les copeaux.

Plage d'introduction

La temporisation est exprimée en secondes.
Plage d'introduction: de 0–30000 s (≙ 8,3 heures)

Définition de cycle

Ouverture de dialogue 

CYCL DEF 9.0 TEMPORISATION	 prendre en compte le cycle

TEMPORISATION EN SECONDES ?	☐ introduire la temporisation requise  prise en compte de la valeur introduite.

Autres cycles
Cycle 12: appel de programme



Cycles

L'utilisateur peut mettre au point des procédures d'usinage telles certains cycles spéciaux de perçage, des opérations de fraisages de courbe, des cycles géométriques. Ces procédures établies sous forme de programmes principaux peuvent être appelées et sont comparables à des cycles d'usinage.
Il suffit d'un appel de cycle pour les appeler dans un programme quelconque. Ils constituent ainsi un moyen sûr permettant d'accélérer la programmation et d'accroître la sécurité en cas d'utilisation de cycles éprouvés.

Cycle 12 PGM CALL

Un programme que l'on peut appeler constitue quasiment, de par cette définition, un cycle d'usinage.

On peut donc l'appeler à l'aide de:

CYCL CALL (séquence séparée) ou

M99 (pas à pas) ou

M89 (modal).

Ouverture de dialogue  ou   

Sélection de cycle

CYCL DEF 12 PGM CALL		confirmer la sélection

NUMERO DE PROGRAMME ?	 ENT	numéro de programme.

Exemple

Dans le cadre du programme 5, on appelle un programme 50.

Programme:
BEGIN PGM 5 MM
.
.
.



CYCL DEF 12.0 PGM CALL — définition:
CYCL DEF 12.1 PGM 50 — "Programme 50 est un cycle"

L X+20 Y+50 FMAX M99 — appel du programme 50
.
.
.
END PGM 5 MM

Renvoi
Percer avec brise copeaux

Un exemple concret d'appel de programme avec cycle 12 peut être élaboré à partir de l'exemple Percer (programmation paramétrée PGM 7445):

1. Le sous programme 1 est écrit sous forme de PGM 7444 (sans LBL 1, sans LBL 0).

2. PGM 7444 constitue dorénavant une autre opération de perçage que l'on peut appeler.
   Ce PGM peut rester mémorisé dans la commande et être appelé à partir de n'importe quels autres programmes, tels que PGM 7445.

3. Le sous-programme 1 est effacé du programme principal 7445.

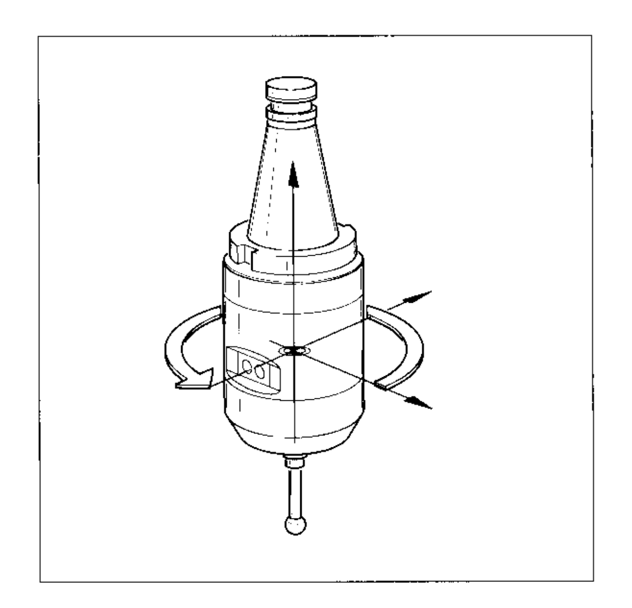
4. A la place de CALL LBL 1, on écrit dans PGM 7445 CYCL DEF 12 PGM CALL 7444 et on active M99 dans une séquence de positionnement suivante.

Autres cycles
Cycle 13: orientation de broche



Le cycle

Le commande est en mesure de piloter, tel un 4 ou 5ème axe, la broche principale d'une machine-outil et de la faire tourner à une position donnée.



Utilisation:

- Systèmes changeurs d'outil avec position de changement définie pour l'outil.
- Alignement de la fenêtre émettrice/réceptrice du système de palpage 3D TS 511 de HEIDENHAIN.

Activé M19

Le cycle est exécuté – dans la mesure où il est prévu pour la machine- avec **M19.** La rotation de broche a lieu soit par

- paramètres machine ou bien
- par le cycle 13: orientation de broche.

Si l'appel s'effectue sans définition de cycle, la broche principale est alignée sur la valeur déterminée dans les paramètres machine. (Pour plus amples informations, contacter le constructeur de la machine).

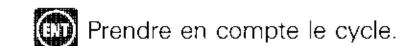
Plage d'introduction

L'angle d'orientation est introduit en fonction de l'axe circulaire de référence du plan de travail.
Place d'introduction: 0 à 360°.
Finesse d'introduction: 0,1°.

Définition de cycle

Ouverture de dialogue



CYCL DEF 13.0 ORIENTATION	 Prendre en compte le cycle.
ANGLE D'ORIENTATION ?	Introduire la nouvelle position angulaire de la broche.
	Prendre en compte l'introduction.

Exemple

CYCL DEF 13.0 ORIENTATION
CYCL DEF 13.1 ANGLE 45



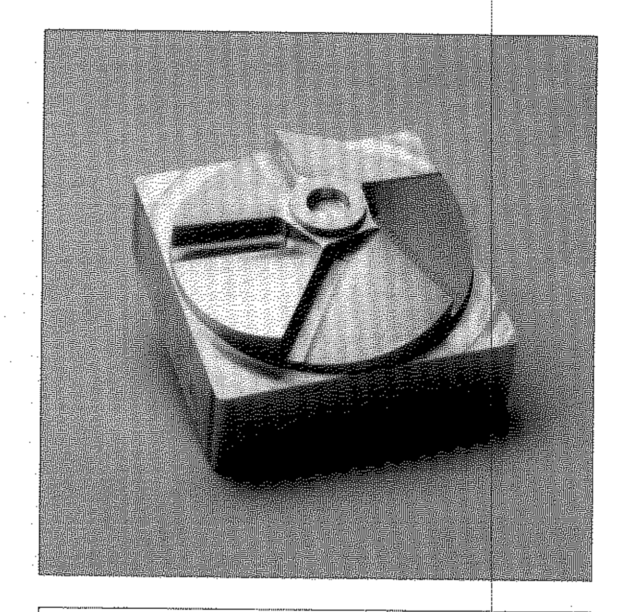
Programmation paramétrée
Généralités



Programmation paramétrée

La programmation paramétrée permet de résoudre bon nombre de problèmes de programmation jusque là restés sans réponse ou qui donnaient lieu à des solutions extrêmement savantes. Les possibilités offertes par la commande sont encore mieux exploitées:

- programmes de perçage variables
- usinage de courbes géométriques (par ex. sinus, ellipse, parabole, hyperbole)
- programmes pour l'usinage de familles de pièces
- programmation dans l'espace pour la construction de moules.



Fonctions de base

Les fonctions de base ci-contres sont à la disposition de l'utilisateur. Le temps nécessaire à une opération de calcul est du domaine de la milliseconde – suivant la charge du processeur.

FN 0: AFFECTATION
FN 1: ADDITION
FN 2: SOUSTRACTION
FN 3: MULTIPLICATION
FN 4: DIVISION

FN 5: RACINE
FN 6: SINUS
FN 7: COSINUS
FN 8: RACINE D'UNE SOMME DE CARRES

FN 9: SI EGAL, SAUT
FN 10: SI DIFFERENT, SAUT
FN 11: SI PLUS GRAND, SAUT
FN 12: SI PLUS PETIT, SAUT

FN 13: ANGLE
FN 14: CODE D'ERREUR

Problèmatique de la programmation paramétrée

Le temps nécessaire a une opération de calcul est du domaine de la milliseconde – suivant la charge d'utilisation du processeur. –

Il est donc possible que de nombreuses opérations de calcul ainsi que des pas de déplacement très petits entraînent l'arrêt des axes de la machine. Dans une telle situation, il est nécessaire de trouver un compromis entre, d'une part, une grande précision (avec beaucoup d'opérations de calcul et de petits pas de déplacements) et, d'autre part, une vitesse d'usinage rationnelle.

Adresses variables avec paramètres

Les paramètres Q permettent de conserver les données de programme mentionnées ci-contre.

A la place d'une valeur numérique concrète, on introduit un paramètre Q.

Exemple d'un positionnement variable:
Au lieu de L X+20,25, on écrit par ex.: L X+Q21.

La valeur paramétrée de Q21 doit être calculée dans le programme à l'aide d'une règle de calcul donnée avant que l'utilisateur n'appelle le paramètre concerné.

positions effectives	L X+Q21 Y+Q22
données circulaires	CC X+Q1 Y+Q2 C X+Q10 Y+Q20 CT X+Q11 Y+Q21 RND Q1 CR X+Q21 Y+Q22 R Q62
avance	F Q10
données d'outil	TOOL DEF 1 L+Q1 R Q2 TOOL CALL Q5 Z S Q6
saut conditionnel	IF+Q10 GT+0 GOTO LBL Q30
données de cycle	CYCL DEF 1.0 PERÇAGE PROFOND DIST. –Q1/PROF. –Q2 PASSE –Q3 TEMP. Q4/F Q5

Cotation en inch

Les programmes dont les paramètres sont utilisés comme objets de transfert (par EX. GOTO LBL Q10) ne doivent pas passer d'une cotation en mm à une cotation en inch dans la mesure où lors de la commutation tous les contenus des paramètres Q sont convertis, ce qui risque de donner lieu à des adresses de saut incorrectes.



Programmation paramétrée
Sélection



Sélection des fonctions de base



Après avoir appuyé sur Q, on choisit les fonctions an actionnant les touches avec flèches verticales, avec GOTO □ ou le numéro de fonction correspondant. Pour finir, on appuie sur ENT.

Charger la valeur paramétrée

Un paramètre est caractérisé par la lettre Q et un numéro entre 0 et 99.

L'attribution de certaines valeurs numériques (contenus) aux paramètres peut soit se faire directement soit par le biais de fonctions mathématiques et logiques. Les paramètres peuvent être de signe négatif. Il n'est pas nécessaire de programmer les signes positifs.

Valeurs initiales

Il faut définir les paramètres avant de les utiliser. Tous les paramètres ont automatiquement 0 pour valeur au début du déroulement de programme lorsque l'on choisit le paramètre-machine 7300 – 0. Dans le cas où des paramètres Q doivent être occupés par des valeurs avant le début du programme, il convient de choisir 7300 – 1.

La commande n'efface pas les valeurs de paramètres Q au démarrage du programme.

Exemples de paramètres définis:
Q1 = +1,5
Q5 = +Q1
Q9 = +Q1 * +Q5

Type d'écriture

La représentation correspond à l'écriture habituelle.
A droite se trouvent les opérandes et le signe algébrique, à gauche le résultat.
Il faut concevoir toute la ligne comme une règle de calcul et non comme une équation.

La touche ENT permet également de poursuivre le dialogue dans le cadre d'une ligne de programme.

Exemple d'introduction

La multiplication suivante doit être introduite:

Q10 = Q5 · 1,7

Ouverture de dialogue 

FN 0: = ATTRIBUTION	Q ↓ ou GOTO 3 ENT	sélection de la multiplication (opération)
FN 3: MULTIPLICATION	ENT	entrée dans la fonction
N° PARAMETRE POUR RESULTAT ?	10 ENT	paramètre donnant le résultat
1ère valeur ou paramètre ?	Q 5 ENT	1ère opérande (paramètre)
2ème valeur ou paramètre ?	1,7 ENT	2ème opérande
FN 3: Q10 = +Q5 * +1.7		ligne de programme complète.

Lors de l'exécution, le résultat est formé dans Q10, le contenu de Q05 reste intact.



Programmation paramétrée
Fonctions algébriques



FN 0: ATTRIBUTION	A un paramètre donné, on attribue, soit une valeur numérique, soit un autre paramètre. L'attribution correspond à un signe "=".	Exemples: FN 0: Q5 = +65,432 Q5 = +Q12 Q5 = −Q13
FN 1: ADDITION	Cette fonction permet de définir un paramètre quelconque comme étant la somme de deux paramètres, de deux valeurs numériques ou la somme d'un paramètre et d'une valeur numérique.	FN 1: Q17 = +Q2 + +5 Q17 = +5 + +7 Q17 = +5 + −Q12 Q17 = −Q4 + +Q8 Q17 = +Q17 + +Q17
FN 2: SOUSTRACTION	Cette fonction permet de définir un paramètre donné comme étant la différence entre deux paramètres, deux valeurs numériques ou la différence entre un paramètre et une valeur numérique.	FN 2: Q11 = +5 − +Q34 Q11 = +5 − +7 Q11 = +5 − −Q12 Q11 = +Q4 − +Q8 Q11 = +Q11 − −Q11
FN 3: MULTIPLICATION	Cette fonction permet de définir un paramètre donné comme étant le produit de deux paramètres, de deux valeurs numériques ou d'un paramètre et d'une valeur numérique.	FN 3: Q21 = +Q1 * +60 Q21 = +5 * +7 Q21 = +5 * −Q12 Q21 = +Q4 * −Q8 Q21 = +Q21 * +Q21
FN 4: DIVISION	Cette fonction permet de définir un paramètre donné comme étant le quotient de deux paramètres, de deux valeurs numériques ou celui d'un paramètre et d'une valeur numérique. **La division par 0 est impossible!**	FN 4: Q12 = +Q2 DIV +62 Q17 = +5 DIV +7 Q17 = +5 + DIV −Q12 Q17 = +Q4 DIV +Q8
FN 5: RACINE	La racine carrée d'un paramètre ou d'une valeur numérique est calculée. L'opérande doit être positive.	FN 5: Q98 = SQRT +2 Q98 = SQRT +Q12 Q98 = SQRT −Q70

SIGNE DE L'OPERANDE

Les paramètres avec signe négatif peuvent être utilisés dans les équations.

Q11 = +5 − −Q34

On peut par ex. obtenir une soustraction à partir d'une addition et vis et versa. Ceci est tout aussi valable pour d'autres opérations.

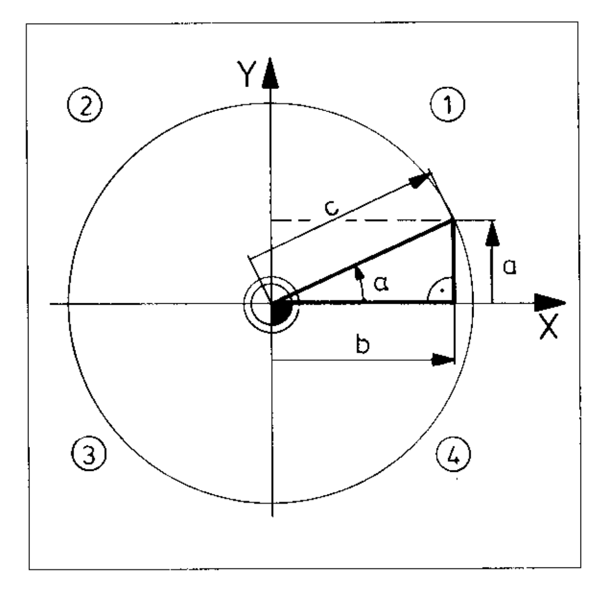


Programmation paramétrée
Fonctions trigonométriques



Bases de trigonométrie

Un cercle de rayon c est subdivisé symétriquement par les axes X et Y en quatre quarts de cercle ①, ②, ③ et ④.
Le rayon c donne la circonférence de cercle et l'angle du rayon par rapport à l'axe X correspond à l'angle α.
Il en résulte donc deux composantes a et b d'un triangle rectangle. Les deux composantes en question sont fonction de l'angle α.



Définition des fonctions angulaires

$$\sin \alpha = \frac{\text{côté opposé}}{\text{hypoténuse}} = \frac{a}{c} \text{ ou } a = c \cdot \sin \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{côté adjacent}}{\text{hypoténuse}} = \frac{b}{c} \text{ ou } b = c \cdot \cos \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{a}{b}$$

Longueur de la droite

D'après le théorème de Pythagore on a également:
$c^2 = a^2 + b^2$ ou $c = \sqrt{a^2 + b^2}$

Signes et plage angulaire

Fonction	Quart de cercle ①	②	③	④
sin α	+	+	−	−
cos α	+	−	−	+
tan α	+	−	+	−

Angle	0°	90°	180°	270°	360°

FN 6: SINUS

Un paramètre est défini comme le **sinus** d'un angle lorsque ce dernier correspond à une valeur numérique donnée ou un paramètre (angle exprimé en degré °).
Q44 = sin Q11

FN 6: Q44 = SIN + Q11

FN 7: COSINUS

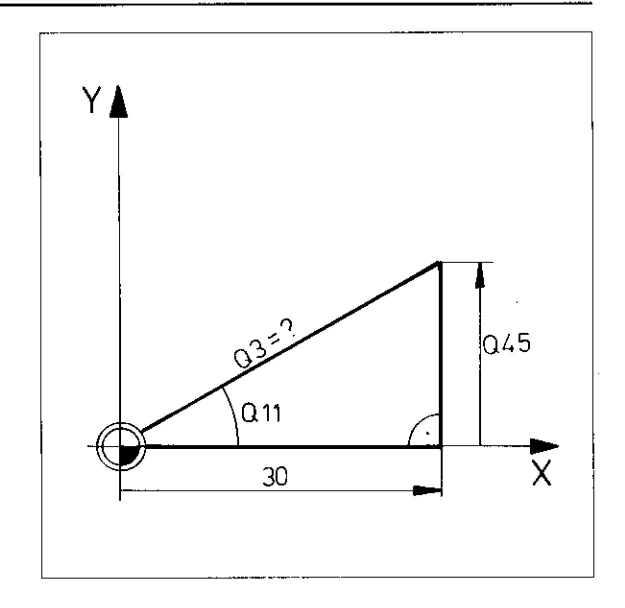
Un paramètre est défini comme le **cosinus** d'un angle lorsque ce dernier correspond à une valeur numérique donnée ou un paramètre (angle exprimé en degré °).
Q81 = cos Q11

FN 7: Q81 = cos + Q11

FN 8: RACINE D'UNE SOMME DE CARRES

Un paramètre est défini comme **racine** d'une somme de deux carrés à deux chiffres voire d'une somme de deux paramètres.
(LEN de l'anglais: length = longueur).
$Q3 = \sqrt{Q45^2 + 30^2}$

FN 8: Q3 = +Q45 LEN+30





Programmation paramétrée
Fonctions trigonométriques



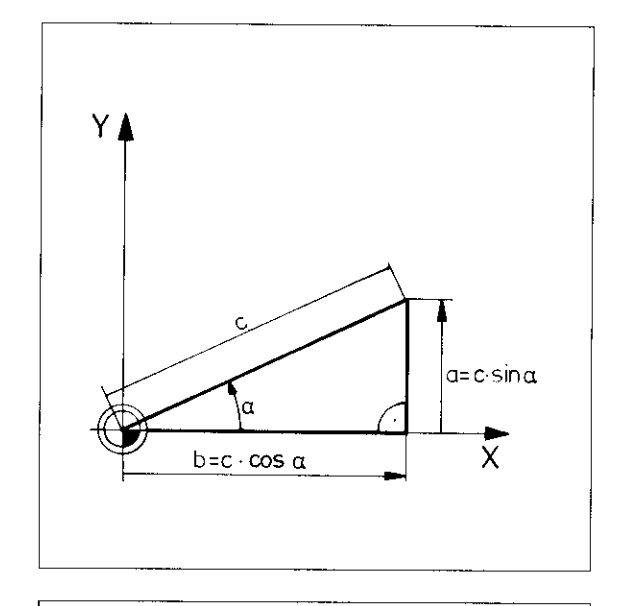
Angles à partir de droites ou fonctions angulaires

Les définitions des fonctions angulaires nous montrent que pour calculer tan α, on peut utiliser aussi bien les fonctions angulaires sin α et cos α que les longueurs latérales des deux cathèdes a et b.

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{a}{b}$$

A partir de là, la commande calcule l'angle α:

$$\alpha = \arctan \left(\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}\right) = \arctan \left(\frac{a}{b}\right)$$



Angle parfaitement défini

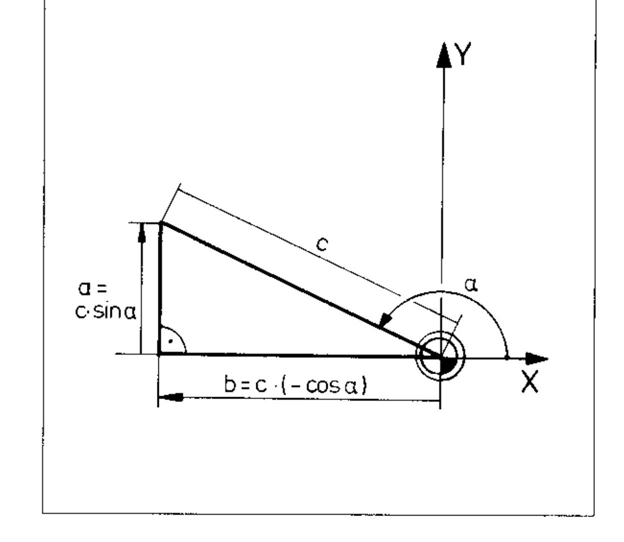
S'il on connaît par exemple la valeur du sin α ou de la face a, on peut toujours envisager deux angles:

Exemple: $\sin \alpha = 0,5$
$\alpha_1 = +30°$ et $\alpha_2 = +150°$

Pour être sûr qu'il s'agit bien de l'angle α, il faut également connaître la valeur du cos α ou de la face b. Si cette valeur est connue, il est clair que l'angle α ne fait qu'un.

Exemple: $\sin \alpha = 0,5$ et $\cos \alpha = 0,866$
$\alpha = +30°$

$\sin \alpha = 0,5$ et $\cos \alpha = -0,866$
$\alpha = +150°$



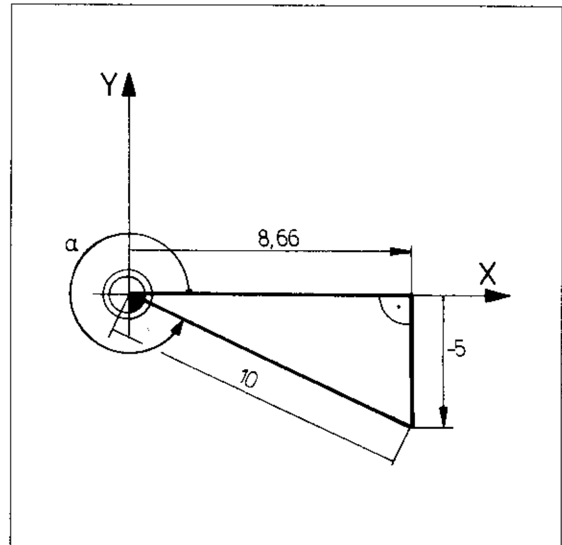
FN 13: ANGLE

On attribue à un paramètre l'angle obtenu à partir des valeurs d'une fonction de sinus et de cosinus voire à partir des deux valeurs de cathèdes du triangle rectangle.

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{a}{b} = \frac{-5}{8,66}$$

$$\alpha = \arctan \left(\frac{-5}{8,66}\right)$$

FN 13: Q11 = –5 ANG +8,66





Programmation paramétrée
Sauts conditionnels/inconditionnels



IF =
Si, alors saut

Les fonctions paramétrées de FN 9 à FN 12 permettent de comparer un paramètre donné à un autre paramètre ou à une valeur numérique déterminée (par ex. une valeur maximale).

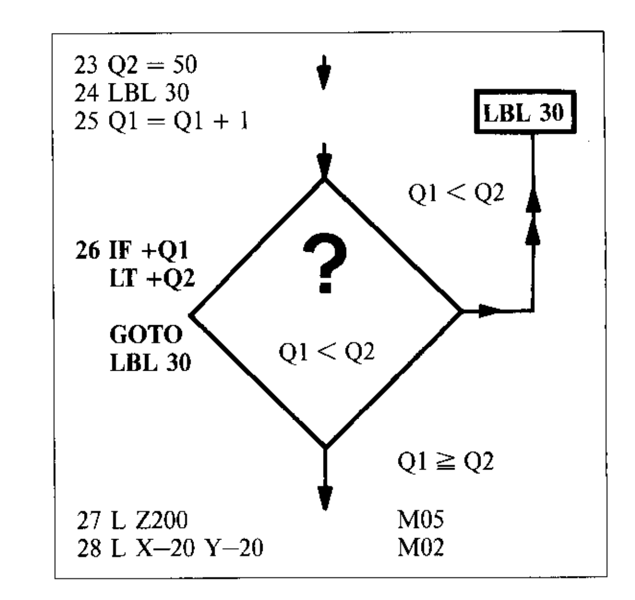
En fonction du résultat de cette comparaison, on peut programmer un saut à une marque de programme donnée (label) dans le cadre du programme (saut conditionnel).

Si la condition IF programmée est remplie, le saut est effectué.

Dans le cas contraire, c'est la séquence suivante (derrière IF...) qui est exécutée.

Appel de programme

Si on définit un appel de programme à la suite la marque de programme appelée, on peut également sauter dans un autre programme. (Appels de programme par ex. PGM CALL ou CYCLE 12).



	Exemple:	Critères décisifs:
Relation FN 9 =	FN 9: IF + Q1 EQU + 360 GOTO LBL 30	un paramètre est égal à une valeur ou à un second paramètre, par ex. Q1 = Q2 ou d'après l'exemple Q1 a pour valeur 360,000
Inégalités FN 10 ≠	FN 10: IF + Q1 NE + Q2 GOTO LBL 2	un paramètre est différent d'une valeur ou d'un autre paramètre, par ex. Q1 ≠ Q2
FN 11 >	FN 11: IF + Q1 GT + 360 GOTO LBL 17	un paramètre est supérieur à une valeur ou à un second paramètre, par ex. Q1 > Q2 (plus grand que 0, donc positif)
FN 12 <	FN 12: IF + Q1 LT + Q2 GOTO LBL 3	un paramètre est inférieur à une valeur voire à un autre paramètre, par ex. Q1 < Q2 (plus petit que 0, donc négatif)

Sauts inconditionnels

Les fonctions paramétrées de FN 9 à FN 12 permettent également de programmer des sauts inconditionnels à un label donné.

Exemple:	Critères décisifs:
FN 9: IF 0 EQU 0 GOTO LBL 30	La condition est toujours **remplie,** il y a donc saut **inconditionnel.**

Abréviations

IF: mot anglais pour si

EQU: "equal" en anglais, soit égal
NE: "not equal" en anglais, soit différent de
GT: "greater than", soit plus grand que
LT: "less than", soit plus petit que

GOTO: expression anglaise pour "Aller à".



Programmation paramétrée
Fonctions spéciales



FN 14: numéros d'erreur

Avec FN 14, il est possible de sortir de l'EPROM de l'AP des messages d'erreur ainsi que des textes de dialogue du constructeur de la machine. L'appel s'effectue en introduisant les numéros d'erreur allant de 0 à 499.

Le message d'erreur intervient à la fin du déroulement du programme.
Après élimination de l'erreur, le programme doit être remis en route.

Les messages d'erreur sont classés comme suit:

Numéro d'erreur	Affichage à l'écran
0 ... 299	ERROR 0 ... ERROR 299
300 ... 399	PLC ERROR 01 ... PLC ERROR 99 (ou bien dans le dialogue défini par le constructeur de la machine).
400 ... 483	DIALOG 1 ... 83 (ou bien dans le dialogue défini par le constructeur de la machine).
484 ... 499	USER PARAMETER 15 ... 0 (ou bien dans le dialogue défini par le constructeur de la machine).

Exemple:

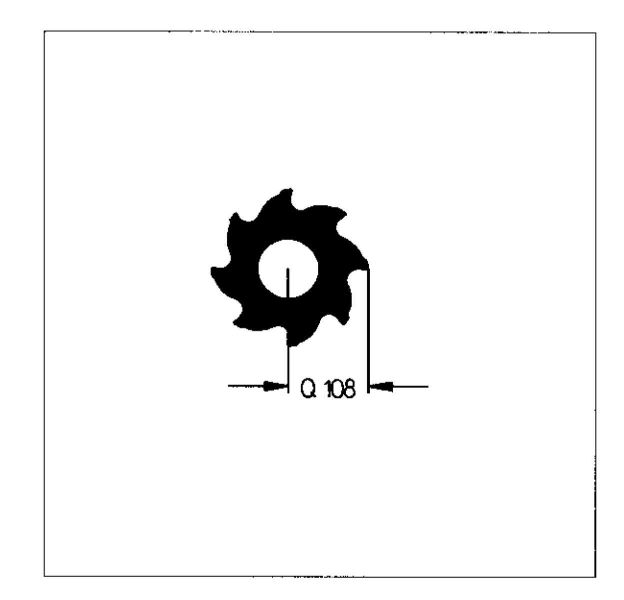
FN 14: ERROR = 100

Q100 – Q107

La commande peut transférer des valeurs de paramètres Q de l'automate programmable dans un programme CN. Les paramètres Q100 à Q107 sont réservés à cet effet.

Q108 Rayon d'outil

La commande classe toujours le rayon d'outil du dernier outil appelé dans le paramètre Q108.
Le rayon d'outil pour la correction de rayon lors de calculs et comparaisons de paramètres peut être ainsi activé.



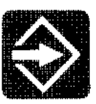
Q109 Axe d'outil

La commande classe l'axe d'outil actuel dans le paramètre Q109:
Différentes machines ont, au choix, les axes X, Y ou Z comme axe d'outil.
Pour ces machines, il est avantageux d'appeler l'axe d'outil actuel dans le programme d'usinage. De cette manière, on rend possibles des sauts de programme dans des cycles définis par le constructeur.

Axe d'outil actuel	Paramètre
Pas d'axe d'outil appelé	Q109 = −1
Axe X appelé	Q109 = 0
Axe Y appelé	Q109 = 1
Axe Z appelé	Q109 = 2



Programmation paramétrée
Fonctions spéciales



Q110
Broche activée/ désactivée

La valeur du paramètres Q110 indique la dernière fonction M activée pour le sens d'orientation broche.

Fonction M	Paramètre
Pas de fonction broche M	Q110 = −1
M03 Broche activée dans le sens horaire	Q110 = 0
M04 Broche activée dans le sens anti-horaire	Q110 = 1
M05, au cas où M03 a été préalablement activée	Q110 = 2
M05, au cas où M04 a été préalablement activée	Q110 = 3

Q111
Liquide réfrigérant activé/ désactivé

Le paramètre Q111 précise l'état du liquide réfrigérant.

Signification:	Paramètre
M08 liquide réfrigérant activé	Q111 = 1
M09 liquide réfrigérant désactivé	Q111 = 0

Q112
facteur de recouvrement

Le paramètre Q112 correspond à la valeur du facteur de recouvrement lors du fraisage de poches (voir Informations complémentaires, Paramètres utilisateur, MP 7430).

Le facteur de recouvrement en question peut présenter des avantages non négligeables lors de la mise au point de programmes de fraisage.

Q113
cotation en mm/inch

Le paramètre Q113 indique si le programme de la commande numérique est coté en mm ou en inch.

Signification:	Paramètre
cotation en mm	Q113 = 0
cotation en inch	Q113 = 1

Paramètre pour fonction de palpage programmable: Q115 ... Q118

Les paramètres Q compris entre 115 et 118 correspondent à des valeurs de position **non corrigées** (la longueur et le rayon de la tige de palpage ne sont pas pris en considération). Ces valeurs de mesure ont été calculées à partir de la fonction de palpage programmable "Surface de pièce comme plan de référence".

Valeur de mesure:	Paramètre
axe X	Q115
axe Y	Q116
axe Z	Q117
4ème axe	Q118



Programmation paramétrée
Exemple: cercle de trous



Opération

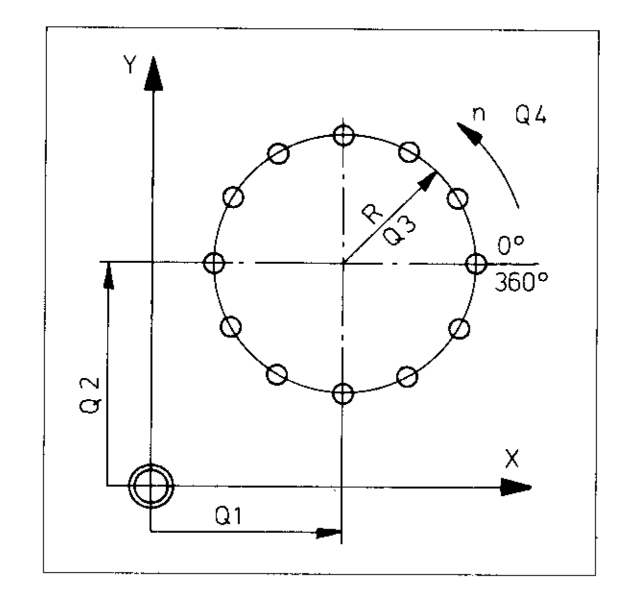
Un cercle de trous doit être percé à un endroit quelconque du plan XY en faisant appel au cycle de perçage profond.

Exemple:
Rayon R du cercle de trous:
Q3 = 35 mm.

Nombre de perçages:
Q4 = 12.

Coordonnée en X du centre de cercle:
Q1 = 50 mm.

Coordonnée en Y du centre de cercle:
Q2 = 50 mm.



Chargement des valeurs	FN0: Q1 = +50 FN0: Q2 = +50 FN0: Q3 = +35 FN0: Q4 = +12	centre en X centre en Y rayon de cercle nombre de perçages
	TOOL DEF / TOOL CALL	définition et appel d'outil
	CYCL DEF PERÇAGE PROFOND	sélection et chargement du cycle de perçage
	FN0: Q10 = +0	initialisation de l'angle initial
Calcul	FN4: Q14 = +360 DIV+Q4	calcul du pas angulaire
	L Z+2 R0 FMAX M03	placer l'outil à la distance d'approche et activer la broche
	CC X+Q1 Y+Q2	
Exécution	LP PR Q3 PA+Q10 FMAX M99	1er perçage
	LBL 1	début de cycle
	FN1: Q10 = +Q10 + Q14	pas angulaire
	FN9: IF+Q10 EQU+360 GOTO LBL 2	
	LP PA+Q10 FMAX M99	autres perçages
	FN12: IF+Q10 LT+360 GOTO LBL 1	si tous les trous n'ont pas encore été percés, saut en début de cycle
	LBL 2	
	L Z+50 R0 FMAX M02	fin de programme



Programmation paramétrée
Exemple: perçage avec brise copeaux



Exemple

Perçage susceptible d'être interrompu avec déplacement automatique à la distance d'approche et intervention d'un brise copeaux lorsque l'outil se relève.

Programme principal

```
BEGIN PGM 7445 MM
Q1 = -1          distance d'approche
                 (cotation incrémentale)
Q2 = -40         profondeur (valeur incrémentale)
Q3 = -5          passe (valeur incrémentale)
Q4 = +0,5        temporisation
Q5 = +200        avance perçage
Q6 = +0          surface supérieure de la pièce
                 (cotation absolue)

TOOL DEF 1 L+0 R2,5          définition d'outil
TOOL CALL 1 Z S200           appel d'outil
                             vitesse de rotation
L X+20 Y+50 R0 FMAX M03      approche de la position de perçage
CALL LBL 1                   perçage
L Z+300 FMAX M02             fin du programme principal
```

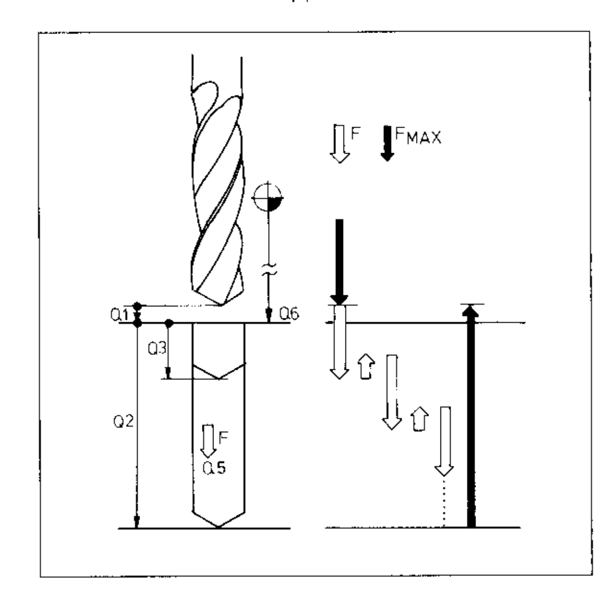
Sous-programme 1: Opération de perçage

```
LBL 1
Q21 = +Q6 + -Q1                distance d'approche (valeur absolue)
Q23 = +Q6                      surface supérieure de la pièce (absolue)
Q24 = +Q6 + +Q2                profondeur de perçage (absolue)
L Z+Q21 R0 FMAX                amener l'outil à la distance d'approche en rapide
LBL 10
Q23 = +Q23 + +Q3               Calcul de la (nouvelle) profondeur de perçage
Q22 = +Q23 + -Q1               Calcul de la (nouvelle) hauteur relative au brise
                               copeaux
IF+Q23 LT+Q24 GOTO LBL 99      profondeur de perçage insuffisante

L Z+Q23 F Q5                   perçage
L Z+Q22                        brise copeaux
IF+Q23 GT+Q24 GOTO LBL 10      nouvelle opération de perçage requise ?

LBL 99
L Z+Q24 F Q5                   percer à la profondeur max.
CYCL DEF TEMP. Q4              aléser le fond
L Z+Q21 FMAX                   retour à la distance d'approche
LBL 0

END PGM 7445 MM
```

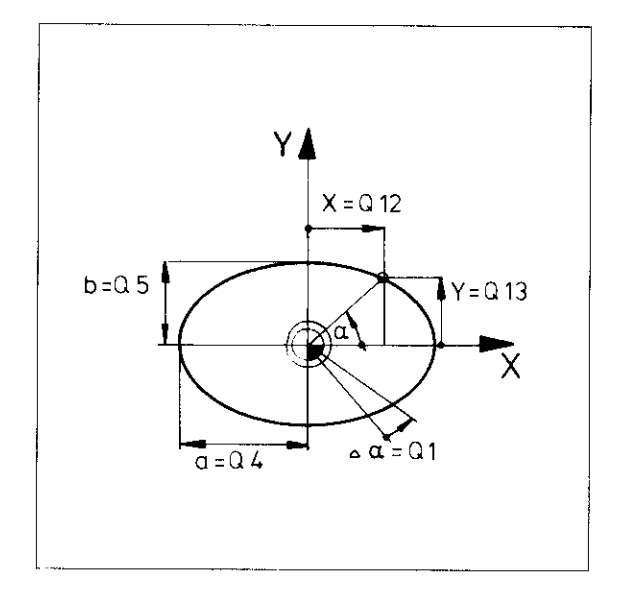




Programmation paramétrée
Exemple: ellipse comme cycle SL de contournage



Sur l'exemple d'une ellipse, une courbe géométrique donnée doit être programmée.



Géométrie

L'ellipse est décrite d'après la formule ci-dessous (forme paramétrée de l'ellipse).

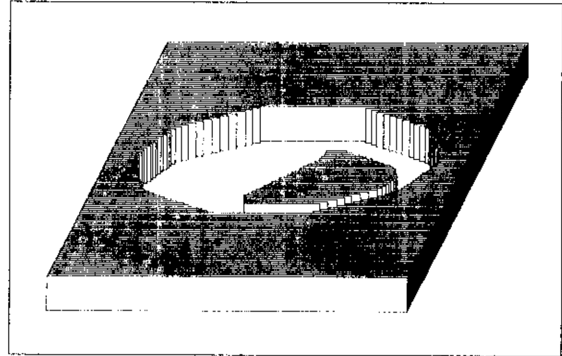
$X = a \cdot \cos \alpha$

$Y = b \cdot \sin \alpha$

Les valeurs a et b sont des valeurs constantes et sont caractérisées de demi-axes de l'ellipse. Si l'on commence à 0° (Q2 = angle initial α_a) et que l'on augmente petit à petit la valeur de α (Q1 = pas de progression angulaire $\Delta\alpha$) pour atteindre 360° (Q3 = angle final α_e), on obtient une multitude de points sur une ellipse. Si ces points ont reliés les uns aux autres par de petits segments de droite (voir séquence 38), on dispose finalement d'un contour fermé.

Remarque

Vous trouverez une description complète des fonctions sinus et cosinus en vous reportant au chapitre Programmation paramétrée, Trigonométrie.

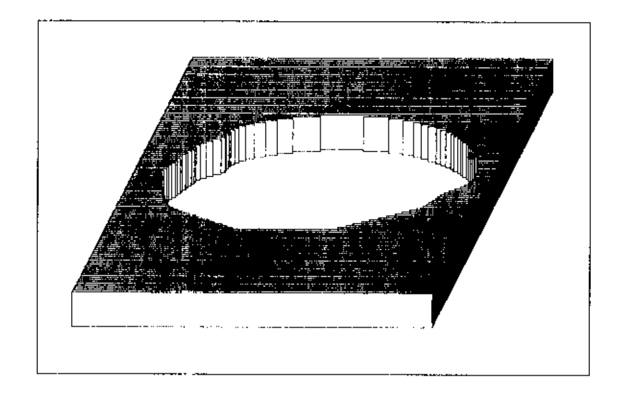


Déroulement

En raison du sens de déplacement de l'ellipse (sens anti-horaire) et de la valeur de correction de rayon sélectionnée **RL,** on obtient un contour intérieur (poche). Ce contour figure dans un sous-programme avec répétition de partie de programme.

Evidement

Le cycle "Contour" permet de définir un programme paramétré sous forme de label de contour et d'exécuter celui-ci avec le cycle de contournage "Evidement" après avoir choisi le pas de progression angulaire requis.



Message d'erreur

TROP DE CONTOURS PARTIELS

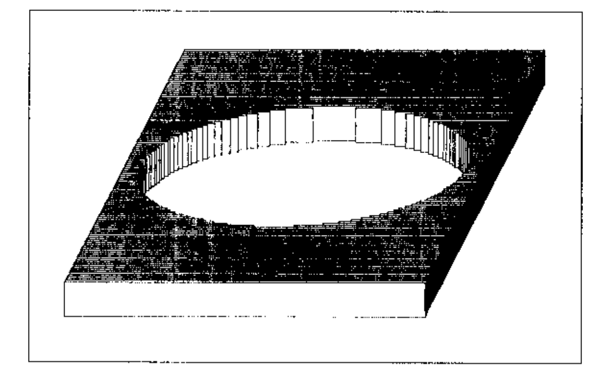
Si l'on choisit un pas de progression angulaire trop faible pour évider la poche ($\Delta\alpha$ = Q0), la commande calcule un nombre trop important de petits segments de droite qui sont interprétés comme contours partiels.

Comment y remédier ?

Pour évider une poche, il suffit de sélectionner un pas de progression angulaire relativement important (par ex. Q0 = 10°).

Finition

Pour la finition, on exécute un sous-programme dans lequel est défini un pas de progression angulaire plus petit (par ex. Q1 = 1°).



Remarque

Ce programme fait appel à un outil. On peut néanmoins avoir recours à chaque instant à une fraise d'ébauche pour effectuer le cycle "Evidement" et à une fraise de finition pour exécuter le cycle "Finition".

Par ailleurs, une fraise avec denture frontale est nécessaire. A défaut, on effectue un prépercage à l'aide du cycle 15.



Programmation paramétrée
Exemple: ellipse comme cycle de contournage



	0 BEGIN PGM 94152500 MM	
Définition paramétrée	1 FN 0: Q0 = +10	pas de progression Δα pour contour Evidement
	2 FN 0: Q1 = +1	pas de progression Δα pour contour Finition
	3 FN 0: Q2 = +0	angle initial α_a
	4 FN 0: Q3 = +370	angle final α_e*)
	5 FN 0: Q4 = +45	demi-axe a
	6 FN 0: Q5 = +25	demi-axe b
	7 FN 0: Q6 = +50	coordonnée en X pour décalage du point zéro
	8 FN 0: Q7 = +50	coordonnée en Y pour décalage du point zéro
	9 FN 0: Q8 = +2	distance d'approche Z
	10 FN 0: Q9 = −5	profondeur de fraisage Z
	11 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z−10	
	12 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
	13 TOOL DEF 25 L+0 R+5	
	14 TOOL CALL 25 Z S1000	
	15 L Z+50 R0 FMAX M6	
	16 L Z+Q8 R0 FMAX M3	
	17 FN: 0 Q14 = Q2	copier l'angle initial pour le compteur
	18 CYCL DEF 7.0 POINT ZERO	décalage du point zéro
	19 CYCL DEF 7.1 X+Q6	
	20 CYCL DEF 7.2 Y+Q7	
	21 CYCL DEF 14.0 CONTOUR	
	22 CYCL DEF 14.1 LABEL DE CONTOUR2	sous-programme 2 défini comme label de contour
	23 CYCL DEF 6.0 EVIDEMENT	cycle de contournage Evidement
	24 CYCL DEF 6.1 APPR–Q8 PROFONDEUR+Q9	(voir Cycles de contournage)
	25 CYCL DEF 6.2 PASSE −5 F100 SUREP. +2	
	26 CYCL DEF 6.3 ANGLE+45 F100	
Evidement	27 CYCL CALL	appel de cycle
	28 FN 0: Q0 = +Q1	copier le pas de progression angulaire pour la finition
	29 FN 0: Q14 = Q2	copier l'angle initial pour le compteur
	30 L Z+Q9 F100	amener l'outil à la profondeur de fraisage Z
Finition	31 CALL LBL 2	appeler le sous-programme 2
	32 L Z+50 R0 FMAX M2	déplacer l'axe broche, saut en début de programme.
Sous-programme avec répétition de partie de programme	33 LBL 2	
	34 FN 7: Q10 = COS+Q2	calcul des positions en X et Y de l'orbite elliptique
	35 FN 6: Q11 = SIN+Q2	
	36 FN 3: Q12 = +Q10 * +Q4	
	37 FN 3: Q13 = +Q11 * +Q5	
	38 L X+Q12 Y+Q13 **RL** F200	avance pour la finition
	39 FN 1: Q = +Q + +Q0	accroître la valeur de l'angle
	40 FN 12: IF +Q LT +Q3 GOTO LBL 2	Si angle non obtenu, saut à LBL 2.
	41 LBL 0	
	42 END PGM 94152500 MM	

*) Angle final α_e supérieur à 360° afin que le contour soit exécuté en toute sécurité par la fraise.

Modification Si seule la courbe de l'ellipse doit être fraisée, on passe outre la ligne 1 et les lignes 21 à 27. La ligne 30 (amener l'outil à la profondeur de fraisage Z) est ajoutée à la suite de la ligne 38.

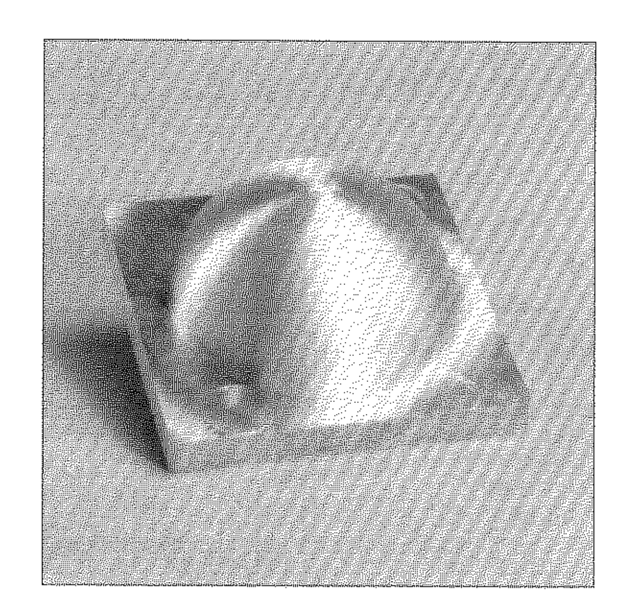
 

Programmation paramétrée
Exemple: sphère



Opération

Le programme 7513 permet d'usiner un segment sphérique convexe en effectuant des déplacements circulaires horizontaux.



Géométrie

On introduit les dimensions et la position de la sphère.

On obtient une demi-sphère, lorsqu'on prend pour

angle initial de montée en Z	Q1 = 0°
angle final de montée en Z	Q2 = 90°
angle initial (plan XY)	Q6 = 0°
angle final (plan XY)	Q7 = 360°

Conditions d'usinage

La pièce est usinée par une suite d'allers et retours de l'outil.
On peut sélectionner:
pas angulaire Q3
avance profondeur Q11
avance fraisage Q12

Remarque

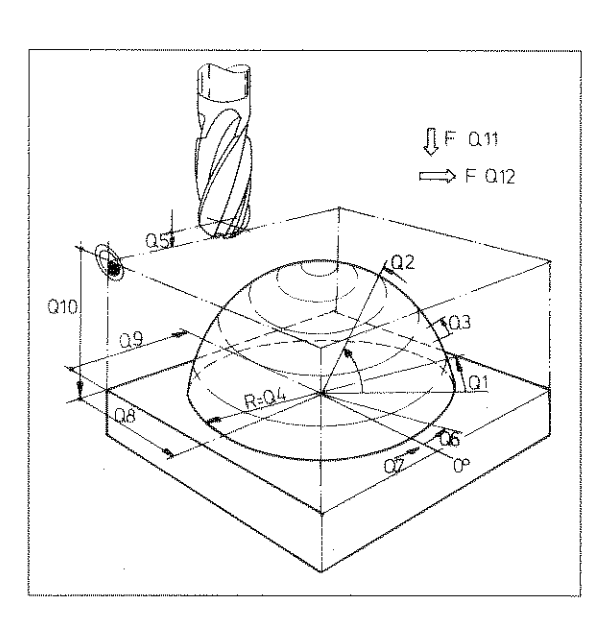
Lorsque l'on sélectionne le pas de l'angle solide, il faut toujours faire un compromis entre la qualité de la surface souhaitée et la durée de l'usinage. Pour parvenir à une excellente qualité de surface, il faut choisir de faibles pas angulaires, ce qui signifie que l'usinage n'en sera que plus long.

Outil

On utilise une fraise sphérique pour l'opération de finition.

Chargement des valeurs

```
0 BEGIN PGM 7816 MM
1 FN 0 : Q1 = +10        angle initial de
                         montée en Z
2 FN 0 : Q2 = +55        angle final de
                         montée en Z
3 FN 0 : Q3 = +2         pas angulaire
4 FN 0 : Q4 = +50        rayon de sphère
5 FN 0 : Q5 = +55        distance d'approche
                         en Z
6 FN 0 : Q6 = +300       angle initial (plan XY)
7 FN 0 : Q7 = +20        angle final (plan XY)
8 FN 0 : Q8 = +50        centre de sphère en X
9 FN 0 : Q9 = +50        centre de sphère en Y
10 FN 0 : Q10= -40       centre de sphère en Z
11 FN 0 : Q11= +100      avance profondeur
12 FN 0 : Q12= +500      avance de fraisage
```



Pièce brute

```
13 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-50
14 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
```

Outil

```
15 TOOL DEF 1 L+0 R+5
16 TOOL CALL 0 Z S 0
```

Position initiale/position de changement d'outil

```
17 L Z+100 R0 F9999 M06
18 TOOL CALL 1 Z S 800
```

Appel de sous-programme

```
19 CALL LBL 2
20 L Z+100 F9999 M02
```

Ebauche

S'il est nécessaire d'ébaucher, on peut utiliser une fraise deux tailles quand le rayon de la sphère le permet (Q4).



Programmation paramétrée
Exemple: sphère



Initialisation des valeurs de départ

21 LBL 2	
22 CYCL DEF 7.0 POINT ZERO	décaler le point zéro au centre de la sphère
23 CYCL DEF 7.1 X+Q8	
24 CYCL DEF 7.2 Y+Q9	
25 CYCL DEF 7.3 Z+Q10	
26 CC X+0 Y+0	initialiser le centre de cercle
27 FN 0 : Q20 = +Q1	angle initial et actuel de montée en Z
28 FN 1 : Q31 = +Q4 + +Q108	corriger le rayon de la sphère (en tenant compte du rayon d'outil)

Position initiale

29 CALL LBL 3	Calculer la position initiale
30 LP PR+Q17 PA+Q6 R0 F9999 M03	aborder la position initiale
31 L Z+Q5	amener l'outil à la distance de sécurité
32 L Z+Q15 FQ11	plongée suivant l'avance profondeur programmée
33 CP PA+Q7 DR+ FQ12	segment de cercle par rapport à l'angle final (plan XY)

Boucle de programme

34 LBL 1	
35 FN 1 : Q20 = +Q20 + +Q3	pas angulaire
36 FN 11 : IF +Q20 GT +Q2 GOTO LBL 99	si la condition*) est remplie, saut à la fin
37 CALL LBL 3	calcul de position
38 L Z+Q15 FQ11	prépositionnement pour retour
39 LP PR+Q17 PA Q20 FQ12	
40 CP PA+Q6 DR- R0 FQ12	retour à l'angle initial (plan XY)
41 FN 1 : Q20 = +Q20 + +Q3	pas angulaire
42 FN 11 : IF +Q20 GT +Q2 GOTO LBL 99	si la condition*) est remplie, saut à la fin
43 CALL LBL 3	calcul de position
44 L Z+Q15 FQ11	prépositionnement pour retour
45 LP PR+Q17 PA Q20 R0 FQ12	
46 CP PA+Q7 DR+ R0 FQ12	segment de cercle par rapport à l'angle final (plan XY)
47 FN 12 : IF +Q20 LT +Q2 GOTO LBL 1	si la condition*) est remplie, saut à la fin début de cycle

Fin

48 LBL 99	
49 L Z+Q5 R0 F9999	terminé, déplacement libre
50 CYCL DEF 7.0 POINT ZERO	initialiser le point zéro à sa position originale
51 CYCL DEF 7.1 X+0	
52 CYCL DEF 7.2 Y+0	
53 CYCL DEF 7.3 Z+0	
54 LBL 0	

Calcul de position

55 LBL 3	calcul
56 FN 6 : Q14 = SIN +Q20	composante en Z
57 FN 3 : Q15 = +Q14 * +Q31	
58 FN 7 : Q16 = COS +Q20	rayon
59 FN 3 : Q17 = +Q16 * +Q31	
60 LBL 0	
61 END PGM 7816 MM	

*) Condition: Si l'angle actuel Q20 est plus petit ou plus grand que l'angle final Q2, sauter à ...

Valeurs de calcul

Q15: hauteur Z actuelle
Q17: rayon actuel (rayon polaire)
Q20: rayon de montée en Z
Q31: rayon de la sphère corrigé en fonction du rayon d'outil
Q108: rayon d'outil actuel

Cycle sphère

On peut utiliser le programme tout comme un cycle.

1. Le sous-programme 2 (séquences 21 à 53) est écrit comme un programme à part entière.
2. Les lignes de 21 et 54 n'ont plus lieu d'être. Le sous-programme 3 (séquences de 55 à 60) est défini à la place de la séquence 29.
3. L'utilisateur ne doit pas omettre d'écrire le programme cadre (séquences de 1 à 20) et d'appeler le cycle dans la séquence 19 (PGM CALL).



Programmation paramétrée
Exemple: sphère



Restrictions

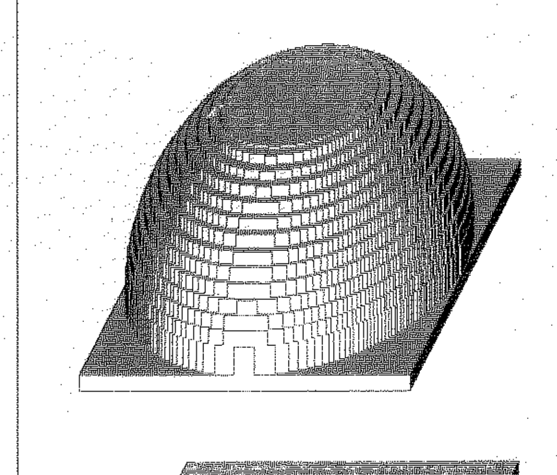
Outre des demi-sphères, le programme 7816 permet de réaliser des pièces. Il existe néanmoins certaines restrictions quant aux angles dans le plan XY et quant aux angles de montée en Z.

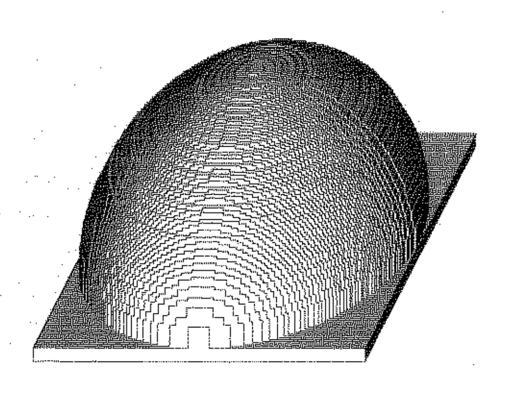
La représentation graphique met en évidence la coupe type d'une fraise cylindrique deux tailles.

Ebauche
avec fraise cylindrique R = 12 mm,
pas angulaire 4°

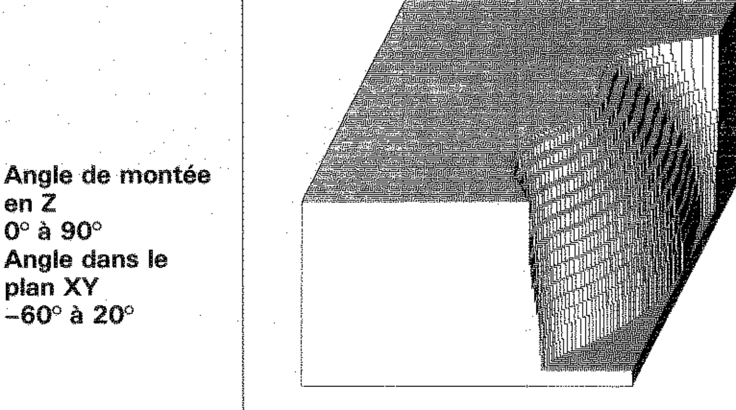
Finition
avec fraise sphérique R = 3 mm,
angle de montée en Z 1°

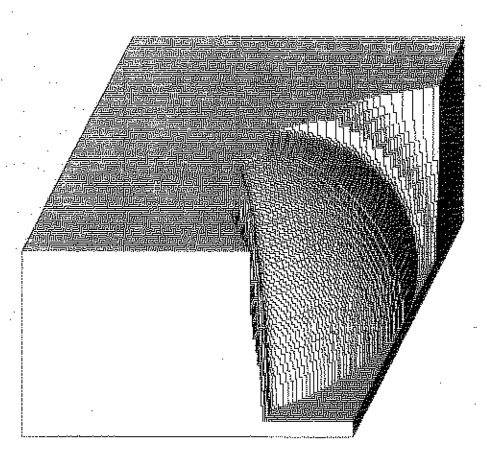
Demi-sphère: angle de montée en Z 0° à 90° Angle dans le plan XY 0° à 360°



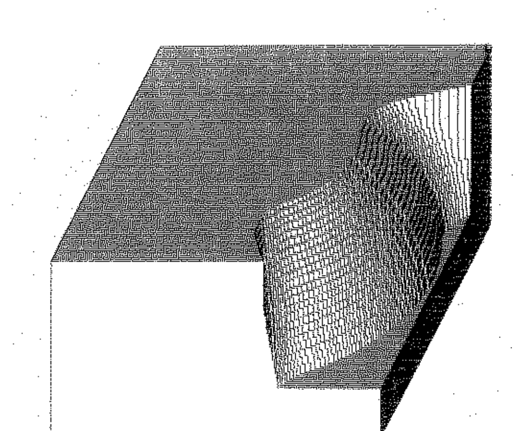


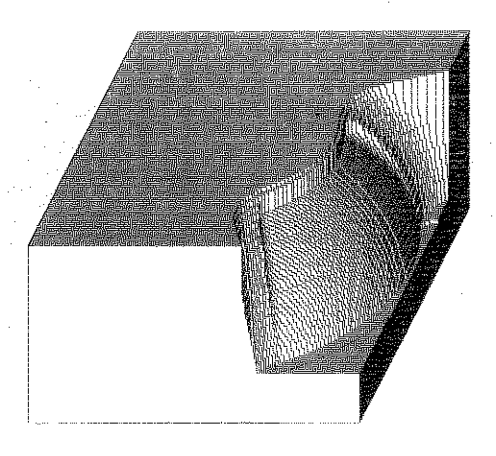
Angle de montée en Z 0° à 90° Angle dans le plan XY −60° à 20°





Angle de montée en Z 10° à 55° Angle dans le plan XY −60° à 20°



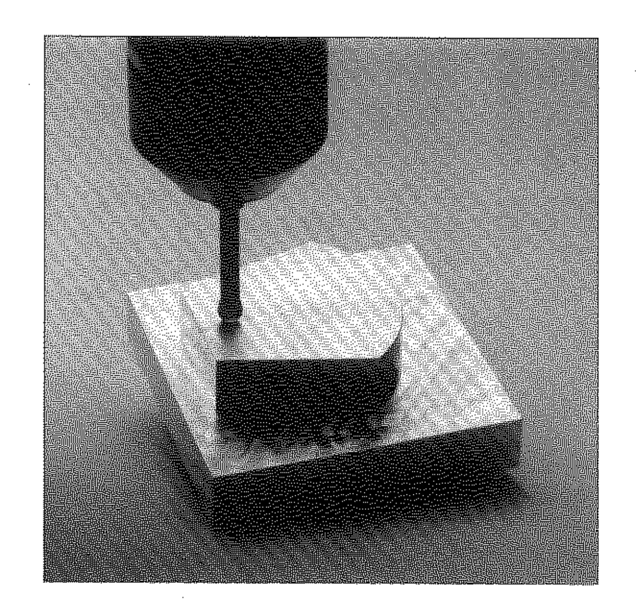






Fonction de palpage programmable
Généralités





La fonction de palpage permet d'effectuer des mesures avant ou pendant l'usinage de pièces. Aussi est-il tout à fait possible, en ce qui concerne par exemple des pièces en fonte de différentes hauteurs, de palper leur surface supérieure avant de procéder à l'usinage afin que soit atteinte la profondeur requise lors de l'usinage suivant.

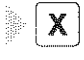
De même, certaines variations de position suite à un échauffement de la machine peuvent être corrigées à intervalles déterminés.

Déroulement

Prépositionnement en avance rapide en tenant compte de la distance d'approche (paramètre machine).
Prise en compte de la position de palpage et retrait en rapide à la distance d'approche.
Lorsque la tige ne sort pas complètement pour atteindre la profondeur de palpage max. (définie dans les paramètres machine), le processus est interrompu.

Ouverture de dialogue 

Introduction

N° PARAMETRE POUR RESULTAT	  numéro de paramètre
AXE DE PALPAGE/SENS DE PALPAGE ?	  axe de palpage et sens de palpage
VALEUR DE POSITION EFFECTIVE ?	 toutes les coordonnées de la position palpée dérivation   le cas échéant, en valeur incrémentale

Exemple

Le palpeur doit d'abord effectuer un prépositionnement en X–10, Y+20 et Z–20 et palper suivant le sens positif de l'axe X.
Le résultat de l'opération de palpage (position X) est mémorisé dans Q10.

Programme

TOOL CALL 0 Z S0	
L Z+200 R0 FMAX M06	position de changement d'outil
TCH PROBE 0.0 PLAN DE REFERENCE Q10 X+	palper suivant le sens positif de l'axe X résultat mémorisé dans Q10
TCH PROBE 0.1 X–10 Y+20 Z–20	prépositionnement Suite au palpage, Q10 renferme la valeur de mesure de l'axe X

Q115 à Q118

Les paramètres Q115 à Q118 contiennent après le palpage les valeurs enregistrées et non corrigées des axes X, Y, Z, etc.

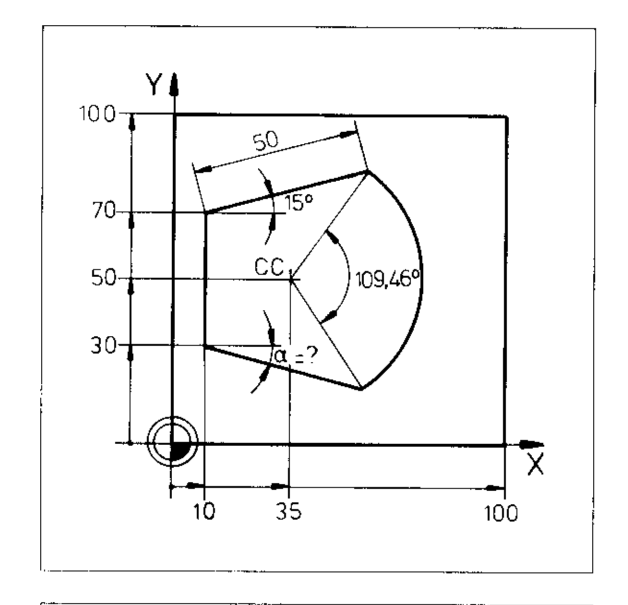


Fonction de palpage programmable
Exemple: mesure linéaire et angulaire



Opération

On veut calculer une trajectoire linéaire (à partir des points de palpage ① et ②) et un angle (à partir des points de palpage ③ et ④) en faisant appel à la programmation paramétrée.



Programme principal: définition des points de palpage (prépositionnement)

```
0 BEGIN PGM PALPEUR 3D MM

1 FN 0: Q11 = +20           point de palpage ①
2 FN 0: Q12 = +50           coordonnées en X, Y et
3 FN 0: Q13 = +10           Z pour prépositionne-
                            ment

4 FN 0: Q21 = +20           point de palpage ②
5 FN 0: Q22 = +15
6 FN 0: Q23 = +0

7 FN 0: Q31 = +20           point de palpage ③
8 FN 0: Q32 = +15           coordonnée en Z Q33
9 FN 0: Q33 = -10           pour point de palpage ④

10 FN 0: Q41 = +50          point de palpage ④
11 FN 0: Q42 = +10

12 TOOL CALL 0 Z
13 L Z+100 R0 F1000 M6      déplacement libre
                            mettre en place le système de palpage
```



Mesure linéaire

```
14 TCH ESSAI 0.0 PLAN DE REFERENCE Q10 Z-   palper ①
15 TCH ESSAI 0.1 X+Q11 Y+Q12 Z+Q13
16 L Y+Q22                                  aborder point de repère
17 TCH ESSAI 0.0 PLAN DE REFERENCE Q20 Z-   palper ②
18 TCH ESSAI 0.1 X+Q21 Y+Q22 Z+Q23
19 CALL LBL 1                               appel du sous-programme 1
```

Mesure angulaire

```
20 TCH ESSAI 0.0 PLAN DE REFERENCE Q30 Y+   palper ③
21 TCH ESSAI 0.1 X+Q31 Y+Q32 Z+Q33
22 TCH ESSAI 0.0 PLAN DE REFERENCE Q40 Y-   palper ④
23 TCH ESSAI 0.1 X+Q41 Y+Q42 Z+Q33
24 CALL LBL 2                               appeler le sous-programme 2

25 STOP                                     Vérifier le paramètre dans lequel figure le résultat
                                            (voir chapitre Machine, Déroulement de
                                            programme; contrôle, modification des
                                            paramètres Q).
25 L Z+100 R0 F1000 M2                      Déplacement libre, saut au début de programme.
```




Fonction de palpage programmable
Exemple: mesure linéaire et angulaire



Sous-programme 1: mesure linéaire

```
27 LBL 1
28 FN 2: Q1 = +Q20 – +Q10
29 LBL 0
```

Calcul de la **longueur** voir profondeur Z dans le paramètre **Q1.**

Sous-programme 2: mesure angulaire

```
30 LBL 2
31 FN 2: Q34 = +Q40 – +Q30
32 FN 2: Q35 = +Q41 – +Q31
33 FN 13: Q2 = +Q34 ANG+Q35
34 FN 1: Q2 = –360 + +Q2
35 LBL 0
36 END PGM PALPEUR 3D MM
```

Angle dans le paramètre **Q2.**



Digitalisation de contours 3D
Généralités

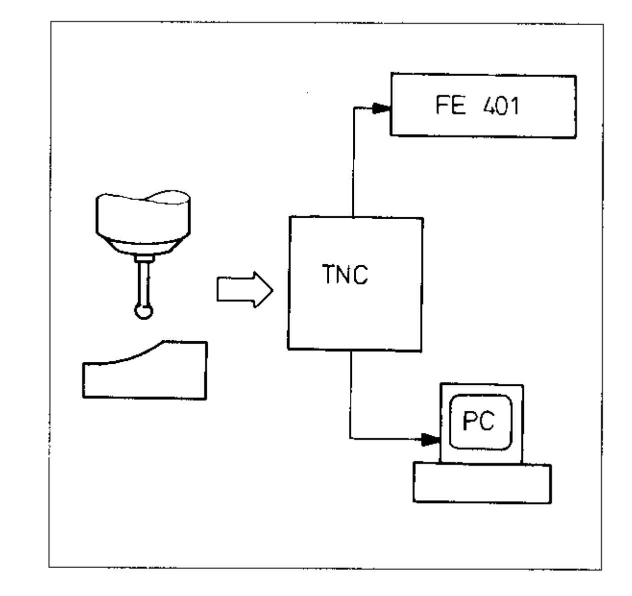


Le logiciel de digitalisation HEIDENHAIN permet d'enregistrer des contours 3D à l'aide du système de palpage 3D à commutation TS 120. Grâce à l'action directe sur la boucle d'asservissement de position de la commande numérique TNC, il est possible d'enregistrer une série de 3 à 5 valeurs de mesure par seconde (valeur qui dépend de la machine). Ceci conduit pour une distance programmée entre points de 1 mm à des avances de palpage de 180 à 300 mm/min.

Conditions techniques requises

Pour digitaliser un contour 3D avec le système de palpage HEIDENHAIN, on a besoin des composants suivants:

- système de palpage 3D TS 120
- option "digitalisation avec TS 120"
- mémoire externe: Unité à disquettes Fe 401 ou PC (IBM ou compatible) avec logiciel de transfert HEIDENHAIN **TNC.EXE.**





La commande numérique doit être préparée par le constructeur de la machine pour l'utilisation d'un système de palpage 3D.

Les positions digitalisées sont restituées sous forme de séquences linéaires en format HEIDENHAIN via l'interface V.24/RS-232-C. Des programmes courts peuvent être mémorisés sur l'unité à disquettes FE 401. Pour des programmes plus longs, il est nécessaire d'effectuer la mémorisation sur PC externe.

Un logiciel d'exploitation SUSA pour PC (formes positives/négatives, correction d'outil, etc.) est livrable par HEIDENHAIN. Toutefois, des programmes CN générés directement par l'opération de digitalisation peuvent se dérouler sans exploitation complémentaire lorsque le rayon de la fraise est sélectionné parallèlement au rayon effectif de la bille de palpage.

Restrictions

- La programmation des cycles de palpage est réalisée en dialogue HEIDENHAIN. Une programmation en DIN/ISO n'est pas prévue.
- Dans les cycles de palpage, seuls les axes principaux X,Y et Z peuvent être utilisés (et non les axes parallèles U, V, W).
- Lorsque l'on appelle les cycles de palpage, il ne faut pas que la rotation de base ou la conversion du système de coordonnées (décalage du point zéro, image-miroir, rotation, facteur échelle) soient actives.



Digitalisation de contours 3D
Définition du bloc de palpage

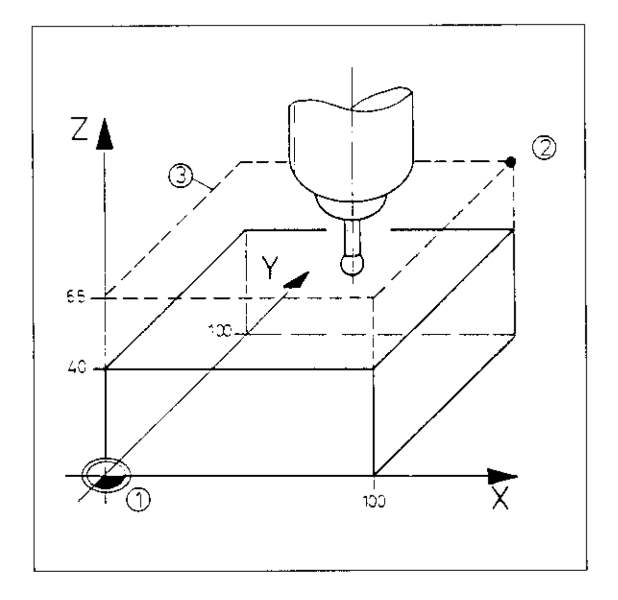


Pour la digitalisation, on dispose des trois cycles:
TOUCH PROBE 5.0: ZONE
TOUCH PROBE 6.0: MEANDRES
TOUCH PROBE 7.0: COURBES DE NIVEAU.

AXE
Point MIN
Point MAX

Avec le cycle **ZONE,** un bloc de forme parallèlepipédique est défini par introduction de deux points, du point mini (MIN) et du point maxi (MAX). Le contour à digitaliser est compris dans cette zone de palpage.

La définition du bloc correspond à la définition de la BLK-FORM (pièce brute). Il convient d'y ajouter le **nom du programme** ainsi que la **hauteur de sécurité.**



NOM DE PGM

Le nom du programme (max. 8 caractères) qui est en même temps le nom de fichier pour la mémoire externe, désigne le programme CN à l'intérieur duquel les positions recherchées sont classées sous forme de séquences linéaires. L'introduction du nom de programme doit être effectuée impérativement. Dans le cas où, à l'intérieur d'un programme de palpage, différents noms ont été attribués sous différentes définitions de zones, de nombreux programmes CN sont alors générés automatiquement pour la classement des positions recherchées.

Hauteur de sécurité

Introduction d'une hauteur en cotation absolue, à l'intérieur de laquelle une collision entre la tige de palpage et le contour à digitaliser est exclue.



Digitalisation de contours 3D
Définition du bloc de palpage



	Ouverture de dialogue	TOUCH PROBE	
	TOUCH PROBE 5.0: ZONE	↓ ENT	Sélectionner le cycle ZONE et prendre en compte
NOM DE PGM	NOM PGM	ENT	Introduction du nom de programme à l'intérieur duquel sont classées les positions recherchées.
MIN	AXE TCH PROBE,	Z	Introduire l'axe par rapport auquel le système de palpage sera positionné parallèlement, par ex. Z.
	ZONE MIN	0 ENT	Coordonnées X
		0 ENT	Coordonnées Y
		0 ENT	Coordonnées Z
MAX	ZONE MAX	1 0 0 ENT	Coordonnées X
		1 0 0 ENT	Coordonnées Y
		4 0 ENT	Coordonnées Z
HAUTEUR DE SECURITE	HAUTEUR DE SECURITE	6 5 ENT	Introduction de la **hauteur de sécurité**

Affichage

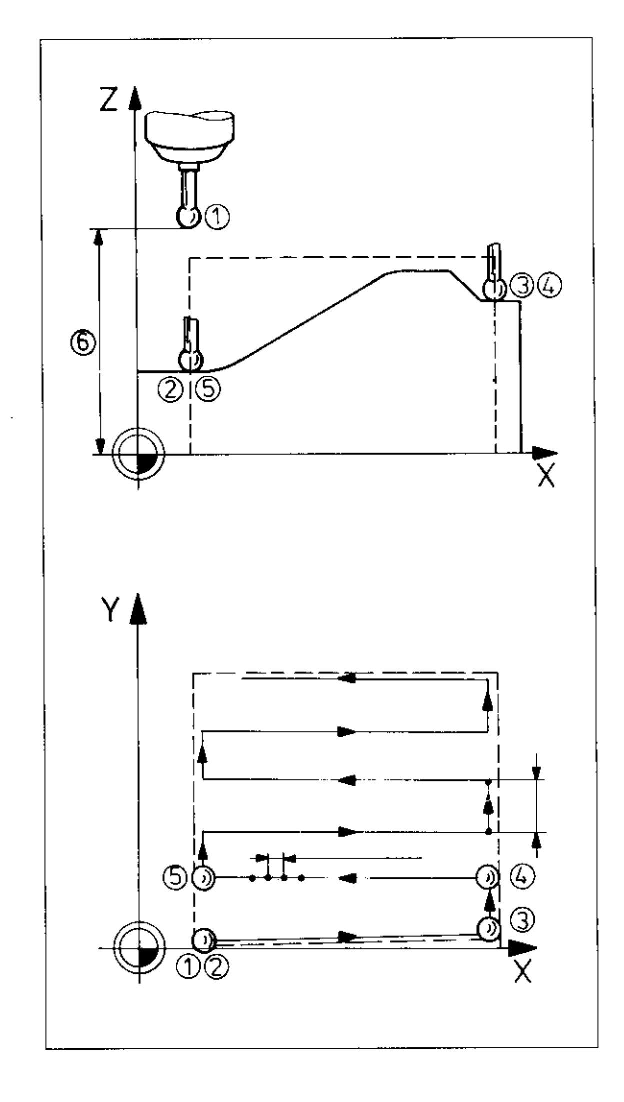
```
1 TCH PROBE 5.0 ZONE
2 TCH PROBE 5.1
        PGM NAME: 12345678
3 TCH PROBE 5.2 Z X+0.000
        Y+0.000     Z+0.000
4 TCH PROBE 5.3     X+100.000
        Y+100.000   Z+40.000
5 TCH PROBE 5.4
        HAUTEUR: +65
```



Digitalisation de contours 3D
Digitalisation ligne à ligne



Le cycle de palpage **MEANDRES** permet de digitaliser un contour 3D sous forme de méandres (ligne à ligne) à l'intérieur de la **ZONE** définie préalablement.



Déroulement

Approche automatique du point initial ① avec la logique d'approche (d'abord Z à hauteur de sécurité, puis X, Y). Les coordonnées du point initial résultent de la définition du cycle **ZONE:**

X, Y: à partir du point MIN
Z: hauteur de sécurité

Aborder le contour

La tête de palpage se déplace à partir du point initial ① dans le sens négatif (Z–) jusqu'à la surface du contour. Lors du premier contact, cette position ② est mémorisée.

Digitalisation

La tête de palpage se déplace dans le **sens des lignes** positif. Ce faisant, les positions sont digitalisées en distances programmées entre les points (DIST. POINTS). La distance réelle entre points peut être inférieure à la distance programmée (et dépend des paramètres-machine).

Contour montant ou descendant

Lorsque la commande numérique reconnaît un contour montant ou descendant, le palpeur se dégage pour se positionner dans le sens de la normale (vertical dans la position actuelle). Le déplacement parcouru lors du dégagement dans le sens normal est désigné par **DIST. ELEVATION.**

A la fin positive du bloc ③, la tête de palpage se déplace d'une distance programmée entre lignes (DIST. LIGNES) dans le **sens des interstices** ④.

La tête de palpage retourne ensuite en arrière dans le sens négatif des lignes vers la fin négative de la zone ⑤.

Le **ligne à ligne** est répété jusqu'à ce le bloc soit digitalisé entièrement.

Le contour est quitté automatiquement par retour à la **hauteur de sécurité.**



Digitalisation de contours 3D
Définition du cycle MEANDRES



Ouverture de dialogue	TOUCH PROBE	
TOUCH PROBE 6.0: MEANDRES	↓ ENT	Sélectionner le cycle MEANDRES et prendre en compte
SENS DES LIGNES	X ENT	Introduction du sens des lignes, par ex. X, et prise en compte
LIMITATION DANS LE SENS NORMAL	ENT	Introduire la remontée, par ex. 0,5, et prendre en compte
DIST. LIGNES	ENT	Introduire l'écart entre les lignes, par ex. 0,5, et prendre en compte
DIST. POINTS	ENT	Introduire l'écart entre les points, par ex. 0,5, et prendre en compte

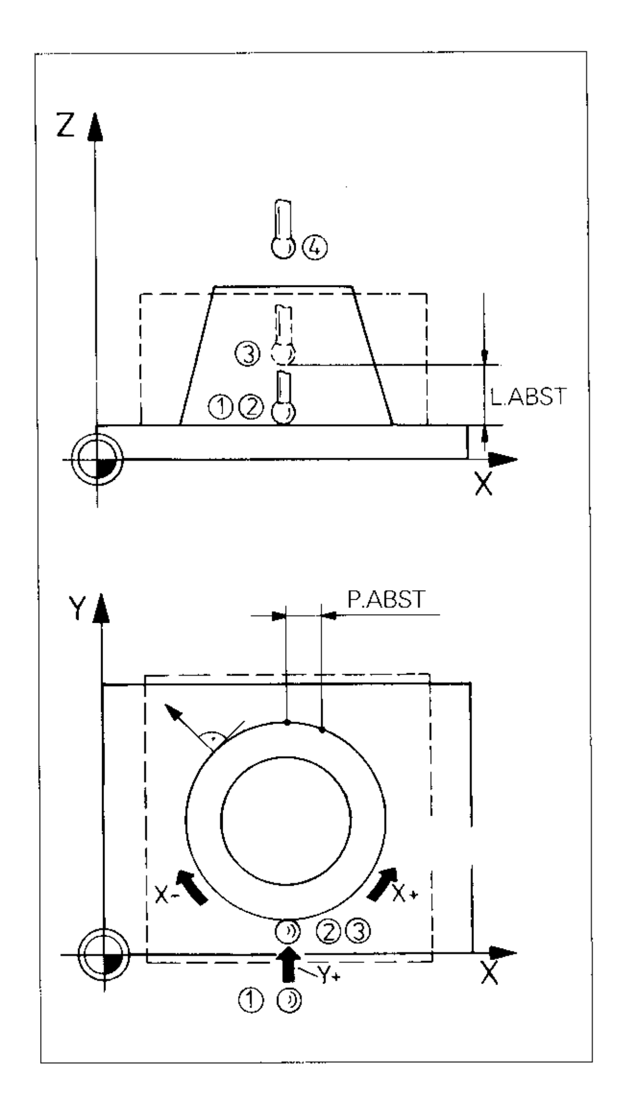
```
0 BEGIN PGM 1 MM
1 TCH PROBE 5.0 ZONE
2 TCH PROBE 5.1
        PGM NAME: 12345678
3 TCH PROBE 5.2 Z    X+0.000
        Y+0.000      Z+0.000
4 TCH PROBE 5.3      X+100.000
        Y+100.000    Z+40.000
5 TCH PROBE 5.4
        HAUTEUR: +60.5
6 TCH PROBE 6.0      MEANDRES
7 TCH PROBE 6.1      SENS: X
8 TCH PROBE 6.2      DIST. ELEVATION: 0.5
  DIST. LIGNES: 0.5  DIST. POINTS: 0.5
9 END PGM 1
```



Digitalisation de contours 3D
Digitalisation par paliers



Le cycle de palpage **COURBES DE NIVEAU** permet de digitaliser un contour 3D par paliers, sous forme de courbes de niveau, de bas en haut, à l'intérieur de la **ZONE** définie préalablement.



Déroulement

Approche automatique du point initial ① avec la logique d'approche (d'abord Z à hauteur de sécurité, puis X, Y).
Les coordonnées du point initial résultent de:

X, Y: introduction dans le cycle **COURBES DE NIVEAU**
Z: à partir du point MIN du cycle **ZONE**

Aborder le contour

La tête de palpage se déplace à partir du point initial ① dans le sens programmé jusqu'au contour. Lors du premier contact, cette position ② est mémorisée (1[er] point de palpage = point à atteindre pour la courbe de niveau correspondante).

Digitalisation

Dans le sens programmé de l'axe initial, la tête de palpage se déplace tout le long du contour. Ce faisant, les positions sont digitalisées en distance programmée entre les points (DIST. POINTS). La distance réelle entre points peut être inférieure à la distance programmée (qui dépend des paramètres-machine).

Lorsque l'on a suivi une fois le contour, c'est-à-dire dans la mesure où l'on a atteint à nouveau le premier point de palpage ②, une avance de l'axe de palpage s'effectue de la distance entre lignes (**DIST. LIGNES**) vers le haut (③). Cette procédure se répète jusqu'à la fin de la zone.

Quitter le contour On quitte le contour automatiquement par retraît de l'axe de palpage à la hauteur de sécurité ④.



Lors de l'utilisation du cycle de palpage COURBES DE NIVEAU, le cycle BLOC doit être défini comme suit:

- Dans le sens de l'axe de palpage (par ex. axe Z), les coordonnées du point MAX Z doivent être inférieures d'au moins un rayon de bille de palpage par rapport aux coordonnées max. Z du contour.
- Dans le plan d'usinage, la zone doit être sélectionnée de telle manière qu'elle soit supérieure d'au moins un rayon de bille de palpage par rapport au contour.

Limitation de temps

Dans le cas où le premier point de palpage ② n'est pas atteint pendant la durée programmée dans le cycle, la digitalisation est interrompue par un message d'erreur.



Digitalisation de contours 3D
Définition du cycle de digitalisation COURBES DE NIVEAU



Ouverture de dialogue	TOUCH PROBE	
TOUCH PROBE 7.0: COURBES DE NIVEAU	↓ ENT	Sélectionner le cycle COURBES DE NIVEAU et prendre en compte.
LIMITATION DE TEMPS	ENT	Introduction du temps, par ex. 200 secondes, et prise en compte
POINT DE DEPART	X ENT	Introduire les coordonnées du point initial, par ex. X+50
	Y ENT	Y+100 et prendre en compte.
AXE DE DEMARRAGE ET SENS ?	Y ENT	Introduire la succession des axes, par ex. Y+, X+
AXE INITIAL ET SENS ?	X ENT	et prendre en compte
LIMITATION DANS LE SENS DE LA NORMALE ?	ENT	Introduire la remontée, par ex. 0,5 et prendre en compte
DISTANCE ENTRE LES LIGNES ?	ENT	Introduire la distance entre les lignes, par ex. 0,5 et prendre en compte
DISTANCE ENTRE LES POINTS ?	ENT	Introduire l'écart entre points, par ex. 0,5 et prendre en compte

Exemple

```
0 BEGIN PGM 2 MM
1 TCH PROBE 5.0 ZONE
2 TCH PROBE 5.1
      PGM NAME: 12345678
3 TCH PROBE 5.2 Z     X+0.000
      Y+0.000         Z+2.000
4 TCH PROBE 5.3       X+100.000
      Y+100.000       Z+10.000
5 TCH PROBE 5.4
      HAUTEUR: +60.5
6 TCH PROBE 7.0       COURBES DE NIVEAU
7 TCH PROBE 7.1       TEMPS: 200
      X+50.000        Y+100.000
8 TCH PROBE 7.2
            SUCCESSION: Y+/X+
9 TCH PROBE 7.3       DIST. ELEVATION: 0,5
  DIST. LIGNES: 0,5   DIST. POINTS: 0,5
10 END PGM 2 MM
```



Digitalisation de contours 3D
Exécution d'un programme de positions digitalisées



Dans le cas où le rayon d'outil est identique au rayon effectif de la bille de palpage du palpeur 3D, le programme mémorisé sur l'unité à disquettes FE 401 ou sur un ordinateur peut être exécuté sans subir de modifications, sans correction de rayon (R0) avec un programme court supplémentaire.



Si l'on utilise une fraise dont le rayon diffère de celui de la bille de palpage, on obtient un contour erroné ou un contour avec surépaisseur.

Exemple

Programme d'un contour 3D digitalisé au moyen du cycle COURBES DE NIVEAU.

0 BEGIN PGM 1 MM	
1 L Z+0 FMAX	point initial en Z
2 L X+0 Y–25 FMAX	point initial en X, Y
3 L X+0 Y–8.849	
4 L X+2.003 Y–8619	
.	
.	
29 L X–1.808 Y–8.669	
30 L X+0 Y–8.85	
31 L Z+1 X+0 Y–6.292	nouvelle courbe de niveau
32 L X+2.004 Y–5.965	
.	
.	
53 L X+0 Y–6.293	
54 L X+0 Y–25 FMAX	point final = point initial en X, Y
55 L Z+40 FMAX	point final = "hauteur de sécurité" en Z
56 END PGM 1 MM	

Pour pouvoir exécuter ce programme, il convient de mettre au point le programme court ci-après et de l'exécuter:

0 BEGIN PGM 2 MM 1 TOOL DEF 1 L+30 R+5	définition d'outil: le rayon d'outil **doit** correspondre au rayon de la bille du système de palpage 3D hors calibrage.
2 TOOL CALL 1 Z S2250	appel d'outil
3 L R0 F 525 M3	**Pas de** correction de rayon, avance fraise, broche activée dans le sens horaire.
4 L MXY	Les fonctions M définies par le constructeur de la machine, avec l'outil, l'avance et le sens de rotation broche restent actives, même lorsqu'un nouveau programme est appelé.
5 END PGM	



Digitalisation de contours 3D
Messages d'erreur



MAUVAIS AXE PROGRAMME

L'axe de palpage dans le cycle **ZONE** n'est pas en conformité avec l'axe de palpage calibré.

DONNEES ZONE ERRONEES

- Dans le cycle de palpage **ZONE,** une valeur de coordonnées MIN est supérieure ou égale à la valeur de coordonnées MAX.
- Dans le cycle de palpage **ZONE,** une ou plusieurs coordonnées se situent en dehors de la zone de fin de course de logiciel.
- Lors de l'appel du cycle **MEANDRES** ou **COURBES DE NIVEAU,** il n'y a pas de cycle de palpage **ZONE** défini.

IMAGE-MIROIR NON AUTORISEE
ROTATION NON AUTORISEE
FACTEUR ECHELLE NON AUTORISE

Lors de l'appel des cycles **ZONE, MEANDRES** ou **COURBES DE NIVEAU,** une image-miroir est active, ou bien une rotation ou un facteur échelle.

ZONE DEPASSEE

Lors du palpage, la limite de la zone a été dépassée: le contour 3D se situe partiellement à l'extérieur du bloc.

PARAMETRE DE CYCLE ERRONE

La remontée programmée, la distance entre lignes ou la distance entre points programmées sont négatives ou supérieure à 65.535 mm (possible uniquement en programmation par paramètres Q).

POINT DE PALPAGE INACCESSIBLE

- Lors de l'avance, il se produit un palpage avant d'avoir atteint le bloc.
- Avec le cycle de palpage **COURBES DE NIVEAU,** à partir de l'approche d'un contour 3D jusqu'au moment ou l'on quitte le bloc, aucun palpage ne se produit.

TIGE DE PALPAGE DEVIEE

La tige de palpage n'est pas en position de repos bien qu'elle ne touche pas le contour.

PLAN MAL DEFINI

Dans le cycle **COURBES DE NIVEAU,** l'une des coordonnées du point initial est identique à l'axe de palpage.

POSITION INITIALE ERRONEE

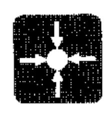
La coordonnée du point initial qui est identique à l'axe initial est située à l'extérieur du bloc.

AXE PROGRAMME EN DOUBLE

Avec le cycle **COURBES DE NIVEAU,** le même axe a été programmé pour les coordonnées du point initial.

LIMITATION TEMPS DEPASSEE

Avec le cycle **COURBES DE NIVEAU,** le premier point de la ligne palpée n'est pas atteint à l'intérieur de la limitation de temps programmée.



Prise en compte de position effective

Correction d'outil

Si des positions sont programmées par prise en compte de la valeur effective, interviennent alors la longueur et le rayon de l'outil utilisé.

1. Définition d'outil dans le programme d'usinage

3 TOOL DEF 1 L+0 R+0

2. Définition d'outil dans la mémoire centrale d'outils

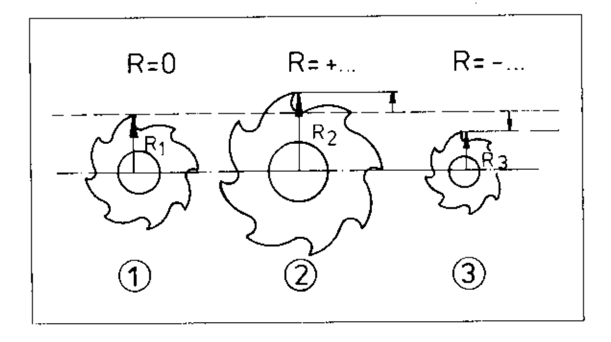
T1 L+0 R+0

TOOL DEF

C'est pourquoi il est recommandé d'introduire la correction de rayon (RL, RR ou R+, R–) lors de la programmation de séquences de positionnement avec "prise en compte de position effective". On introduit alors dans la définition d'outil pour l'outil utilisé L = 0 et R = 0.

Lors de la rupture d'outil ou de l'utilisation d'un autre outil, on peut alors tenir compte des nouvelles valeurs de correction.

On définit les nouvelles valeurs selon la formule suivante:



Correction de rayon

$R = R_2 - R_1$ voire
$R = R_3 - R_1$

R = valeur de correction de rayon dans la définition d'outil

R_1 = rayon de l'outil d'origine ①
R_2 = rayon d'un nouvel outil ②
R_3 = rayon d'un nouvel outil ③

La valeur de correction R peut être **positive ou négative** selon que le rayon du nouvel outil est plus grand ou plus petit que celui de l'outil initial.

Correction linéaire

La valeur de correction de longueur d'outil est calculée par rapport à la longueur de l'outil initial (voire définition d'outil, prise en compte de longueur d'outil).

Les nouvelles valeurs de correction sont introduites dans la définition de l'outil initial (R = 0, L = 0).



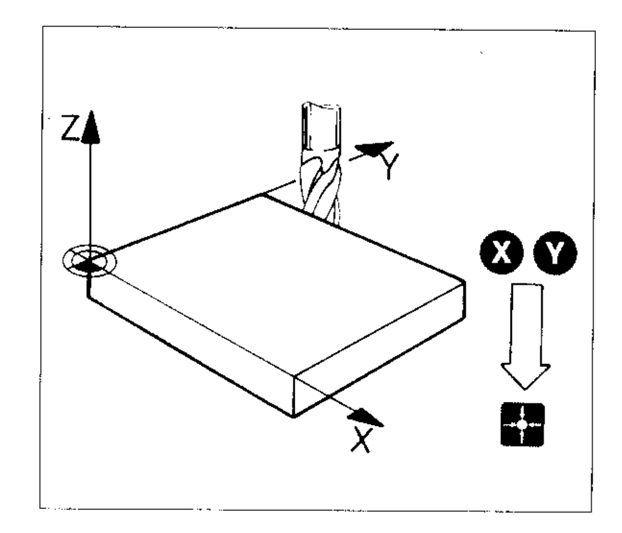
Prise en compte de position effective



Prise en compte de position



La position effective de l'outil peut être prise en compte dans le programme d'usinage à partir de la touche "Prise en compte de position".



Possibilités d'utilisation



ou

ou

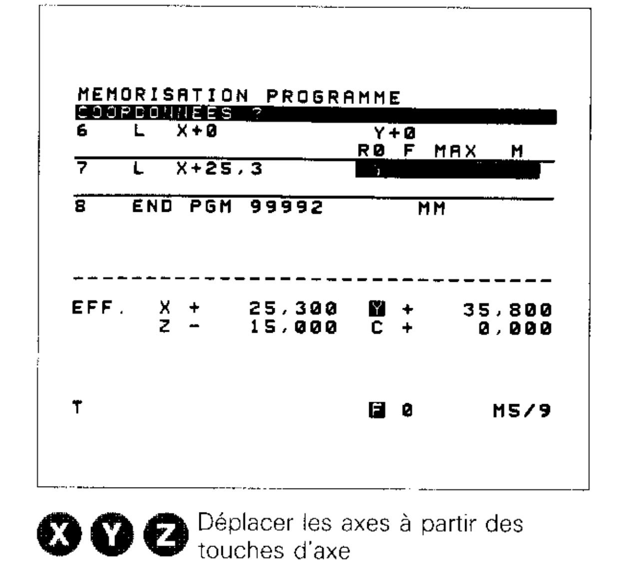


On peut ainsi calculer:
- des positions
- des cotes d'outil (voir définition d'outil).

Déroulement

On positionne l'outil à la position devant être prise en compte.

Dans le mode de fonctionnement "Mémorisation", on ouvre une séquence, par exemple, pour l'usinage d'une droite. On sélectionne l'axe sur lequel la valeur effective doit être prise en compte.
Il suffit d'appuyer sur la touche "Prise en compte de la position" pour prendre en compte la position en question de l'axe.



Exemple

Déplacer les axes à partir des touches d'axe

Introduction

Ouverture de dialogue





COORDONNEES ?

  ... prendre en comtpe les positions d'axe une à une

 clôturer l'introduction de position

CORR. RAYON: RL/RR/PAS DE CORR. ?

introduire le cas échéant la valeur de correction de rayon

AVANCE ? F =

introduire le cas échéant l'avance et prendre en compte

FONCTION AUXILIAIRE M ?

 introduire le cas échéant la fonction auxiliaire

On peut passer outre certaines questions de dialogue en actionnant, soit "NO ENT", soit "END □".

Test de programme





Dans le mode de fonctionnement "Test de programme", on s'assure que les erreurs suivantes ont été évitées (pas de déplacement des axes machine):

- dépassement de la course de déplacement de la machine
- dépassement de la plage de vitesse de rotation de la broche
- introductions contradictoires (par ex. introduction relative à un même axe effectuée à deux reprises)
- non observation des règles de programmation élémentaires (par ex. appel de cycle sans définition de cycle).

```
TEST DU PROGRAMME
JUSQU AU BLOC NUMERO=

0    BEGIN PGM HOUSING   MM

1    BLK FORM 0.1   Z   X-52
         Y-52           Z-31
2    BLK FORM 0.2       X+52
         Y+52           Z+0
--------------------------------
EFF.  X +     25,300  Y +    35,800
      Z -     15,000  C +     0,000


T         S 1600        F 0      M5/9
```

Test de programme

Ouverture de dialogue 

SELECTION DE PROGRAMME NUMERO DE PROGRAMME =	 Sélectionner le programme.

JUSQU'AU BLOC DE NUMERO =	Introduire et prendre en compte les numéros de séquence devant faire l'objet du test. ou  test complet du programme.

Pas d'erreur

Si le programme ne compte pas d'erreur, le test est effectué jusqu'au numéro de séquence indiqué, puis il revient en début de programme, à moins qu'un STOP ou que M06 n'aient été programmés.

Erreur

Si une erreur est décelée, le test s'arrête automatiquement. L'erreur se trouve en général avant ou dans la séquence interrompue. Un message d'erreur apparaît alors à l'écran.

STOP/M06

Si un STOP ou M06 a été programmé, le test peut néanmoins reprendre son cours. Pour ce faire, il suffit d'introduire un nouveau numéro de séquence ou d'appuyer sur la touche "NO ENT".



Le test de programme peut à chaque instant être interrompu voire stoppé sur simple actionnement de la touche STOP.

Test et graphisme
Graphisme de test




GRAPHICS 



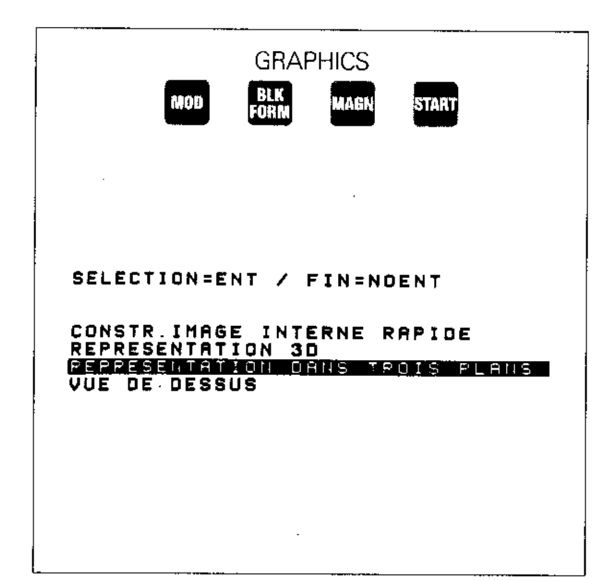






Dans les modes de fonctionnement "Exécution de programme en continu" et "Exécution de programme pas à pas", les programmes d'usinage faisant appel à une pièce brute (BLK FORM) peuvent être simulés par graphisme et ainsi être contrôlés.

Vous trouverez plus informations sur la définition de la pièce brute dans Sélection de programme, Définition de la pièce brute.





Une fois le programme sélectionné, l'utilisateur fait apparaître le menu ci-contre après avoir actionné la touche MOD (appuyer à deux reprises sur "MOD").



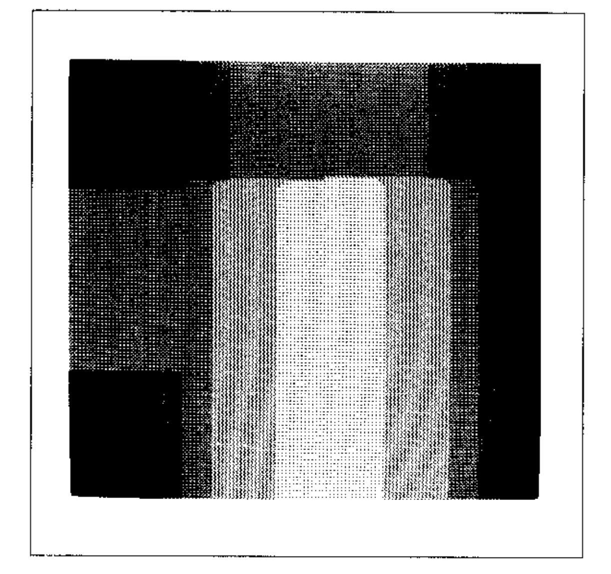
Les flèches verticales permettent de choisir l'une des représentation. Prise en compte avec la touche "ENT".



La touche START permet de lancer la simulation graphique.

Construction image interne rapide

Avec la **construction d'image interne rapide,** seul apparaît à l'écran le numéro de la séquence en cours de l'exécution de programme interne, ainsi que par * "commande en service".
Lorsque les calculs sont effectués, la pièce achevée peut être affichée sous l'une des trois représentations possibles.



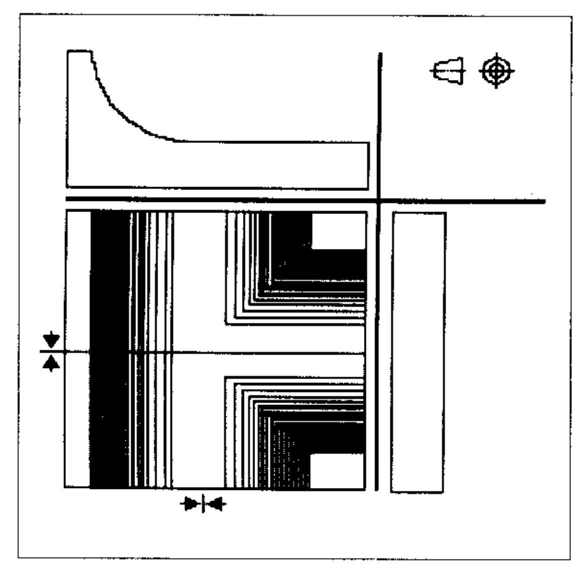
Vue de dessus

Le centre d'usinage est représenté de dessus à l'aide 7 couleurs formant un dégradé; plus les couleurs sont foncées, plus le niveau d'usinage est profond.

Représentation en trois plans

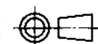


Le programme est visualisé – tout comme pour une représentation technique – de dessus, et sous forme de coupe, en l'occurrence 2 dans le cas présent.



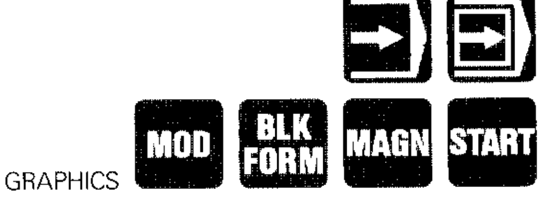
Les plans de coupe peuvent être orientés différement à partir des touches fléchées.

La représentation en trois plans peut être conforme à la norme allemande ou à la norme américaine. Il est possible de passer de l'une à l'autre en réglant les paramètres utilisateur.
Deux symboles suivant DIN 6 permettent de distinguer les deux types de représentation:

DIN/ISO: 

norme américaine:

Test et graphisme
Graphisme de test

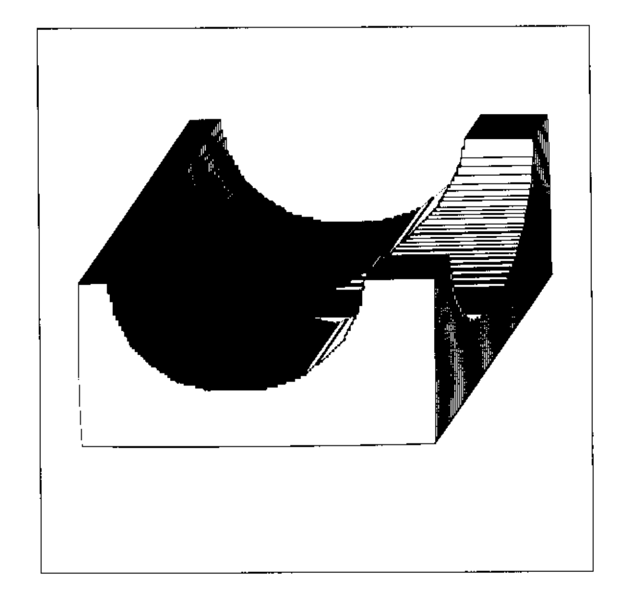


Représentation 3D



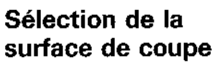
Le programme est simulé dans l'espace.

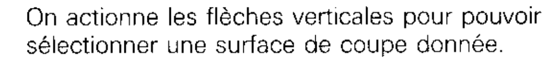
La pièce représentée peut être respectivement-orientée à partir des flèches horizontales de 90°. La position est définie par un angle.
⌊ = 0° ⌉ = 180°
⌋ = 90° ⌈ = 270°





Les flèches verticales permettent de faire basculer la vue de dessus et de côté de 0,5 à 50. Il est possible de commuter entre une représentation à l'échelle ou une représentation non à l'échelle. Avec une représentation non à l'échelle, la plus petite hauteur ou le plus petit côté sont affichés avec une meilleure résolution. L'angle est représenté en réduction.

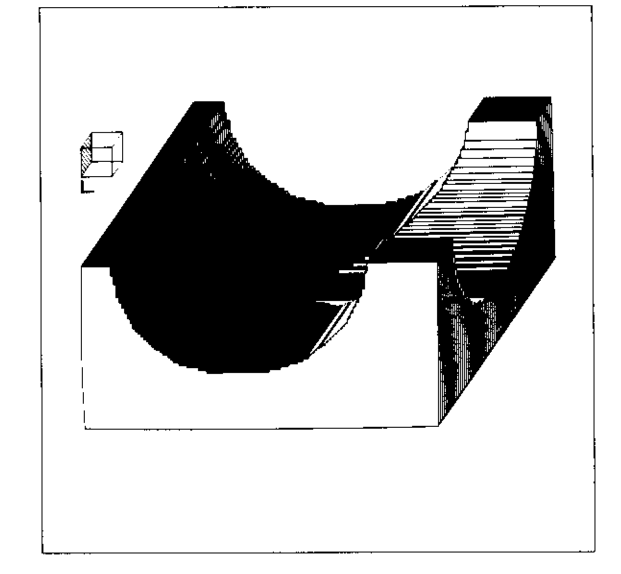




Agrandissement = Magnitude



La touche "MAGN" permet d'agrandir une partie de la pièce représentée. Parallèlement au graphisme, apparaît un cadre cible d'aspect hachuré qui caractérise la surface de coupe.



Sélection de la surface de coupe



On actionne les flèches verticales pour pouvoir sélectionner une surface de coupe donnée.

Découpe



Les touches fléchées permettent de couper la surface sélectionnée ou d'annuler la coupe.

Prise en compte d'un partie d'image



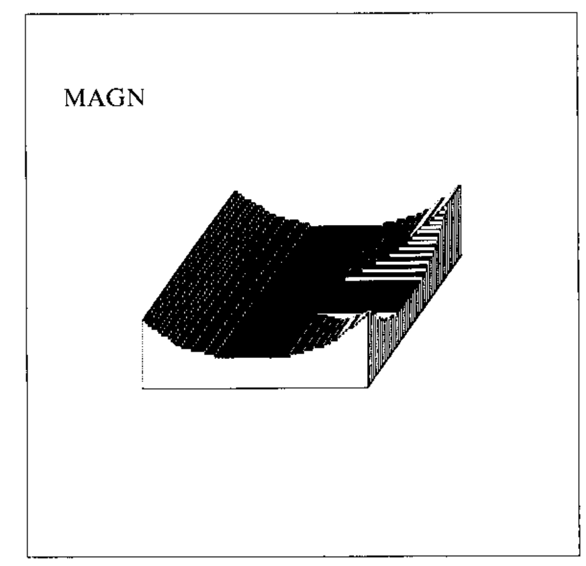
Si la partie souhaitée est représentée, les flèches verticales permettent de sélectionner le dialogue "PRISE EN COMPTE DECOUPE = ENT". On confirme en appuyant sur la touche "ENT".



Agrandissement



Le "reste de la pièce brute" est représenté et caractérisé à l'écran par la mention MAGN. Cette nouvelle représentation graphique avec agrandissement est disponible dans les trois représentations habituelles: vue de dessus, représentation en trois plans et représentation 3D. Pour lancer la représentation graphique, on appuie sur la touche "START".





Test et graphisme
Graphisme de test





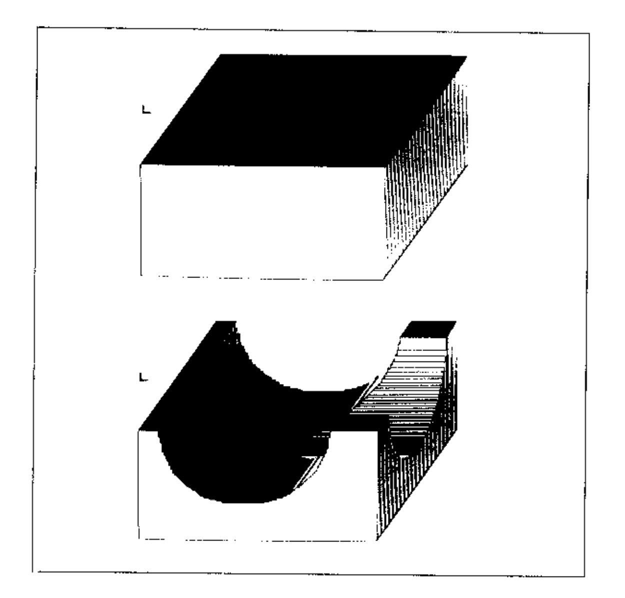









En actionnant la touche "BLK FORM" il est possible de conserver la pièce brute sous sa forme initiale et de lancer l'usinage tout à fait normalement. Néanmoins le programme ne reprend pas son cours à partir du début.



Recommandations

La représentation 3D et la représentation en trois plans sont certes très claires mais font appel à de nombreux calculs.

Il est donc recommandé en cas de programmes particulièrement longs, d'avoir d'abord recours à la "Répresentation interne rapide" ou à la vue de dessus puis ensuite de passer à la "représentation 3D" voire la "représentation en trois plans".

Affichages des détails

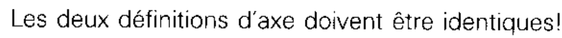
Pour rendre visibles certains détails, vous avez à votre disposition les deux possibilité suivantes:

- coupe ultérieure de la pièce brute et agrandissement dans un autre déroulement graphique
- limitation de la pièce brute: seule une partie donnée de celle-ci est visualisée

Appel d'outil

Avant que le premier axe ne se déplace, il faut programmer un "TOOL CALL" pour définir l'axe d'outil.

L'indication de l'axe de broche dans la définition de la pièce brute ne suffit pas pour le déroulement du graphisme.



Les deux définitions d'axe doivent être identiques!



Si l'axe d'outil fait défaut, un message d'erreur est transmis à la suite du lancement du graphisme.

Transmission externe de données
Généralités



La commande dispose d'une interface de données à partir desquelles les programmes peuvent être lus ou transmis. L'interface est conformé aux normes suivantes:

- V.24 (CCITT) voire RS-232-C (ISO)

L'interface de données peut fonctionner de deux manières différentes:

Transmission par bloc pour
l'unité à disquette FE HEIDENHAIN et ordinateurs compatibles.

Transmission de données standard pour
unité à bande magnétique ME*, imprimante, perforateur, lecteur etc...

* n'est plus fabriqué.

Compatibilité des appareils

Les paramètres machine, également accessibles à l'utilisateur, permettent d'adapter la TNC aux divers appareils périphériques.

On peut régler la TNC sur trois appareils périphériques différents (sélection à partir de MOD):

- FE = unité à disquette compatible à l'unité à disquette HEIDENHAIN.
- ME = unité à bande magnétique compatible à l'unité à bande magnétique HEIDENHAIN.
- EXT = appareil externe
  Interface définie par le constructeur de la machine ou l'utilisateur à partir des paramètres machine pour raccordement à un appareil externe, tel qu'une imprimante, un ordinateur etc...

Programmation externe

Les programmes peuvent être élaborés par voie externe.
Pour ce faire, il convient de prendre en compte les règles de programmation décrites dans ce manuel ainsi que les points suivants:

- En début de programme ou à la suite de chaque séquence, il faut programmer CR LF ou LF ou CR FF ou FF.[1]
- Après la séquence Fin de programme, il faut programmer CR LF ou LF ou CR FF ou FF[1] ainsi que ETX (control C).
  On peut définir un caractère de remplacement à la place de ETX.
- On peut se passer de caractères d'espacement entre chaque mot.
- On peut également se passer des zéros après la virgule.
- Lorsque l'on lit les programmes, on ne peut prendre connaissance des commentaires caractérisés par "*" ou ";".

[1] Lors de la "transmission par bloc", il n'est pas nécessaire d'utiliser CR, LF en début de programme et CR, LF ou LF ou FF après chaque séquence. Les caractères de contrôle remplissent cette fonction.

Transmission externe de données
Menu de transmission



Lire/transmettre



Les programmes d'usinage peuvent être lus et transmis par la commande.
L'affichage "Lecture de programme" délivré sur la commande signifie par exemple que les données sont émises par la station de disquette et qu'elles sont ensuite enregistrées par la commande.
La transmission de programmes dans le mode de fonctionnement "Mémorisation" doit être lancée à partir de la commande.

Menu de transmission

Un menu permet de sélectionner le type de transmission requis. Ce menu offre diverses possibilités de lecture et de transmission.

```
MEMORISATION PROGRAMME
SELECTION = ENT/FIN = NOENT

TABLEAU DES PROGRAMMES
LIRE TOUS LES PROGRAMMES
LIRE PROGRAMME PROPOSE
LIRE PROGRAMME CHOISI
RESTITUER LE PROGRAMME CHOISI
RESTITUER TOUS LES PROGRAMMES
```

Sélections possibles



Lecture des données TNC
TABLEAU DES PROGRAMMES Est affichée la liste des numéros de programme sur le support de données. Les programmes ne sont pas transmis. LIRE TOUS LES PROGRAMMES Tous les programmes sont lus par le support de données. LIRE PROGRAMME PROPOSE Les programmes sont soumis suivant l'ordre dans lequel ils sont mémorisés par voie externe et peuvent être lus si nécessaire. LIRE PROGRAMME CHOISI Le programme sélectionné est lu.

Transmission des données à partir de la TNC
RESTITUER LE PROGRAMME CHOISI Le programme sélectionné est transmis. RESTITUER TOUS LES PROGRAMMES Tous les programmes mémorisés dans la CN sont transmis.

Interruption de la transmission des données

On peut interrompre toute transmission de données en appuyant sur la touche END □.
Suite à l'interruption en question, on voit apparaître le message d'erreur:
PROGRAMME INCOMPLET.

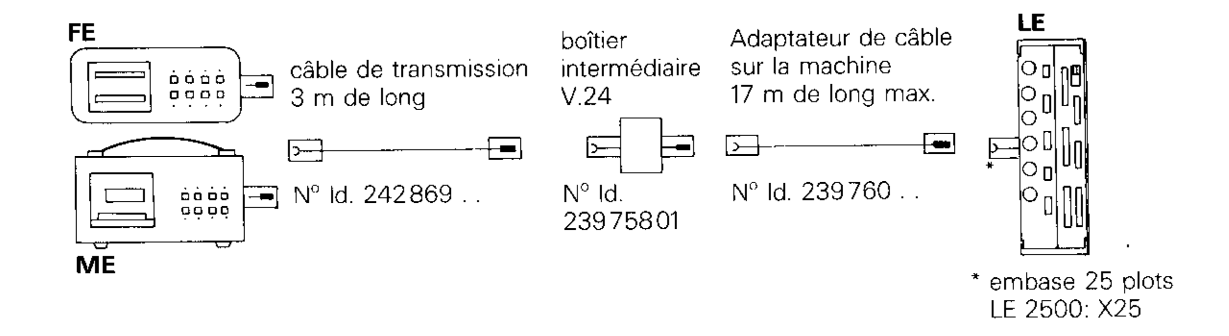
Transmission de TNC à TNC

Les données peuvent être transmises de TNC à TNC. On lance d'abord la TNC qui doit lire les données.

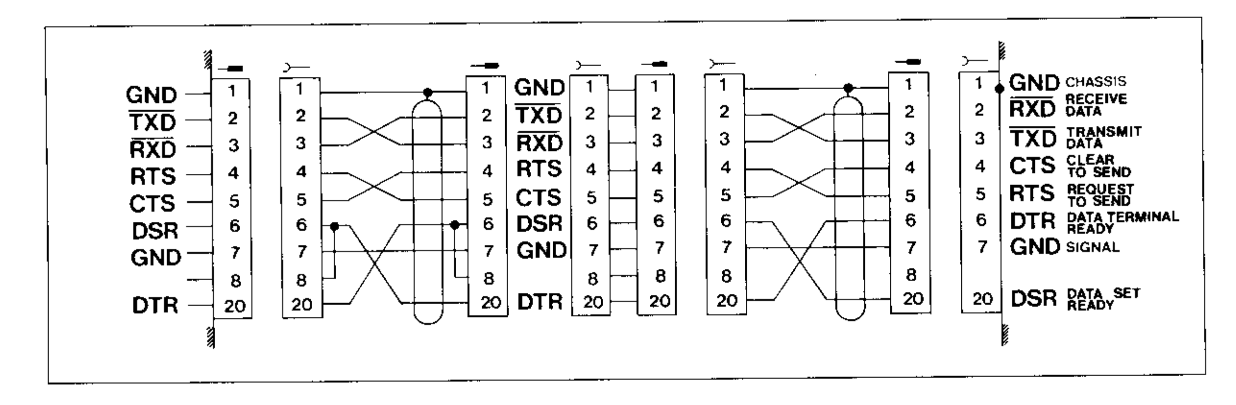
Transmission externe de données
Câble de raccordement/distribution des raccordements pour V.24/RS-232-C



Appareils HEIDENHAIN



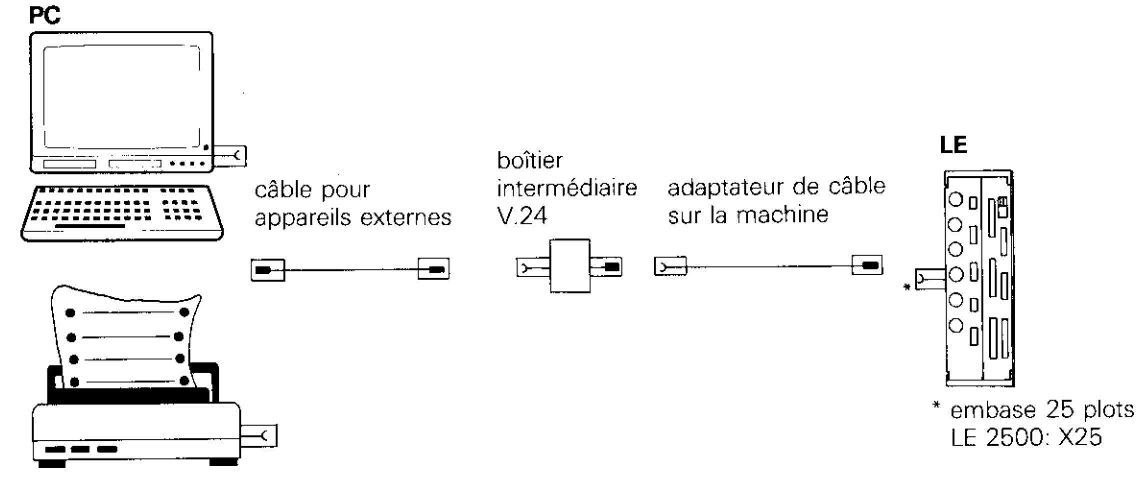
Câbles standard HEIDENHAIN



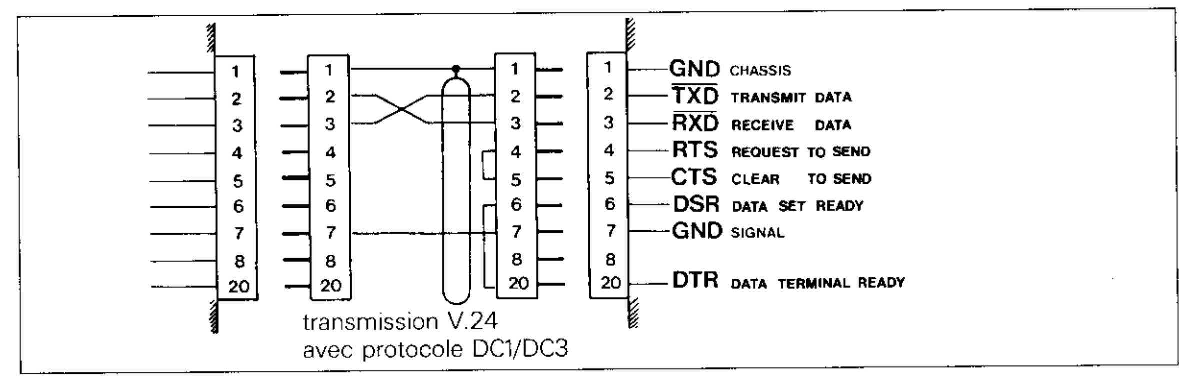


La distribution des plots de la prise de l'interface V.24/RS-232-C permettant le raccordement à l'unité logique est différente de celle permettant le raccordement au boîtier intermédiaire.

Appareils externes



Distribution de prise recommandée pour les appareils externes



Transmission externe de données
Appareils périphériques



Compatibilité

L'interface de la commande doit être adaptée en fonction de l'appareil raccordé.

Appareils HEIDENHAIN

Les appareils HEIDENHAIN sont compatibles aux commandes TNC et donc simples à mettre en œuvre.

FE, ME

La compatibilité à l'unité à disquette FE ou à l'unité à bande magnétique ME se fait à partir de la touche "MOD".

Vous pouvez commander un câble standard approprié. En cas d'utilisation de la FE 401, la vitesse de transmission peut être modifiée.

Raccordements

Lorsque les commandes sont intégrées, elles sont en général raccordées aux appareils périphériques par l'intermédiaire d'un adaptateur de câble relié au clavier ou à un autre endroit de la machine.

Appareils externes

Chaque appareil externe doit faire l'objet d'un réglage en fonction de la TNC:

- adaptation de la commande à partir des paramètres machine.
  Ces valeurs de réglage restent en mémoire après introduction et sont automatiquement actives en cas de sélection de EXT.
- adaptation de l'appareil périphérique, par. ex. à partir du commutateur.
- faire coïncider la vitesse en Baud des deux appareils.
- câbler le câble de transmission des données.

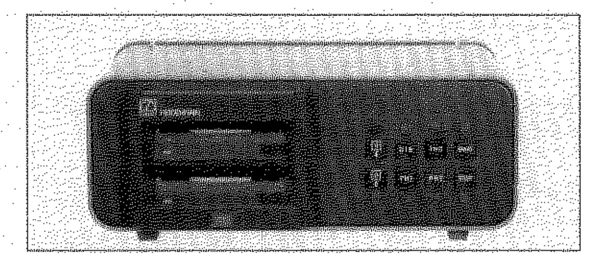
Attention: les deux parties doivent être réglées uniformément.
Ces réglages doivent absolument être effectués à l'appui d'une documentation détaillée.

Transmission externe de données
Unité à disquette FE



Préparation de l'unité à disquette [*)]

Raccorder le câble secteur de la l'unité à disquette FE, mettre sous tension, introduire la disquette dans le lecteur supérieur, sélectionner le cas échéant la vitesse en Baud.



Attention:

- Formater la disquette avant toute saisie.
- La disquette ne doit pas être protégée contre l'écriture.

Réglage de la TNC

Sélection sur la TNC

 Appuyer jusqu'à ce que l'interface V.24 apparaisse.

INTERFACE V.24 =	 Appuyer à plusieurs reprises jusqu'à ce que le réglage FE apparaisse. Sortir du mode de fonctionnement MOD.

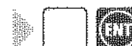
Exemples d'utilisation de la FE
Transmettre le programme sélectionné

Sélection 

RESTITUER LE PROGRAMME CHOISI	 prise en compte de la fonction
RESTITUTION = ENT/FIN = NOENT	
1 13	 choisir le programme, par ex. PGM 14
14 24	transmettre le programme
TRANSMISSION EXTERNE DE DONNEES	La FE est lancée et s'arrête après transmission du programme.
TRANSMISSION = ENT/FIN = NOENT	Par la suite, le champ clair vient se positionner sur le prochain numéro de programme.
	choisir et transmettre le prochain programme ou  **clôturer la transmission. Très important!**

Lire le programme sélectionné

Sélection  

LIRE LE PROGRAMME CHOISI	 prise en compte de la fonction
NUMERO DE PROGRAMME =	 introduire, lire le numéro
INTRODUCTION EXTERNE DE DONNEES	

La FE fonctionne en général par "Transmission par bloc" et peut travailler en mode ME en actionnant le commutateur au dos de l'unité logique.

*) L'ensemble des possibilités de la FE font l'objet d'un mode d'emploi à part entière.

Transmission externe de données
Appareils externes



EXT

Après avoir réglé la TNC sur EXT, on peut, à partir des paramètres machine, sélectionner le mode de travail suivant:

Transmission de donnée standard pour
imprimantes, lecteurs, perforateurs etc.

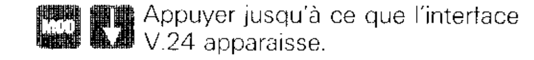
Transmission par bloc pour
ordinateurs.

Pour la transmission de données de la CN aux appareils externes (appareils qui ne sont pas mis au point par HEIDENHAIN), il est nécessaire d'adapter la commande par l'intermédiaire des paramètres machine.

La fonction MOD VITESSE EN BAUD permet de régler la vitesse de transmission.

Commuter la TNC sur EXT

Sélection sur la TNC



Appuyer jusqu'à ce que l'interface V.24 apparaisse.

INTERFACE V.24




Appuyer à plusieurs reprises jusqu'à ce que l'initialisation EXT.



Sorti du mode de fonctionnement MOD.

Transmission de données standard

En cas de transmission de données standard (par exemple pour une imprimante), il suffit d'introduire dans la commande les paramètres machine suivants:

MP 5030 = 0 (sélection de la transmission de données standard).

MP 5020 = par ex. 168 (format de données)
(voir "Transmission de données externe, paramètres machine).

Transmission par bloc

Pour toute transmission par bloc, on utilise un logiciel de transmission tel que le logiciel de transmission de données HEIDENHAIN pour ordinateur individuel.
Ce mode de fonctionnement requiert le réglage des paramètres machine suivants:

MP 5030 = 1 (sélection de la transmission par bloc).

MP 5020 = par ex. 168 (format de donnée).

Les paramètres machine suivants définissent les caractères de commande (pour toute description, voir Transmission de données externe, Paramètres machine) et ils sont valables pour le logiciel de transmission de données HEIDENHAIN.
Si l'on utilise un autre logiciel de transmission, il faut adapter les paramètres en conséquence.

MP 5010 = 515
MP 5010.1 = 17736
MP 5010.2 = 16712
MP 5010.3 = 279
MP 5010.4 = 5382
MP 5010.5 = 4

Pour toute utilisation du logiciel de transmission HEIDENHAIN, on règle généralement l'interface sur FE.
Il n'est donc pas nécessaire d'introduire les paramètres mentionnés ci-dessus.

Adaptation d'appareils externes

Il faut comparer les deux interfaces en fonction de leur description respective, puis procéder de la sorte:

- Effectuer les deux réglages (format des données et vitesse en Baud).
  Le réglage sur l'appareil périphérique se fait la plupart du temps à partir d'un commutateur interne.
- Il faut définir la distribution de la prise pour le câble de transmission de données et câbler celui-ci.
- Connecter le câble secteur de l'appareil périphérique.
- Connecter le câble de transmission de données.
- Mettre en marche la tension secteur.
- Lancer le logiciel de transmission sur l'ordinateur le cas échéant.
- Sélectionner le menu de transmission sur la TNC en actionnant la touche EXT et lancer la transmission suivant le mode choisi.

Transmission externe de données
Paramètres machine



Les réglages suivants ne sont actifs que dans le mode Interface de données dans le mode de fonctionnement "EXT". Pour sélectionner les paramètres machine, voir "Paramètres utilisateur".

MP 5010
Caractères de commande pour transmission par bloc

MP	Bit	Fonction	Valeur à introduire[1]
5010.0	0 ... 7 8 ... 15	ETX ou caractère ASCII quelconque, caractère pour fin de programme. STX ou caractère ASCII quelconque, caractère pour début de programme.	ETX et STX: 515
5010.1	0 ... 7 8 ... 15	H ou caractère ASCII quelconque. Est émis dans le bloc de commandes pour l'**introduction de données** avant le numéro de programme. E ou caractère ASCII quelconque. Est émis dans le bloc de commandes pour l'**introduction de données** après le numéro de programme.	H et E: 17736
5010.2	0 ... 7 8 ... 15	H ou caractère ASCII quelconque. Est émis dans le bloc de commandes pour la **transmission de données** avant le numéro de programme. A ou caractère ASCII quelconque. Est émis dans le bloc de commandes pour la **transmission de données** après le numéro de programme.	H et A: 16712
5010.3	0 ... 7 8 ... 15	ETB ou caractère de remplacement (code décimal 1–47) est émis à la **fin** du **bloc de commande.** SOH ou caractère de remplacement (code décimal 1–47) est émis au **début** du **bloc de commande.**	ETB et SOH: 279
5010.4	0 ... 7 8 ... 15	ACK ou caractère de remplacement (code décimal 1–47) message retour positif. Celui-ci est émis quand le bloc de données a **bien** été reçu. NAK ou caractère de remplacement (code décimal 1–47) message retour négatif. Celui-ci est émis quand le bloc de données a **mal** été reçu.	ACK et NAK: 5382
5010.5	0 ... 7	EOT ou caractère de remplacement (code décimal 1–47) est émis en fin de transmission de données.	EOT: 4

[1] Les valeurs à introduire sont valables pour le logiciel de transmission de données HEIDENHAIN.

MP 5010.0

Pour la programmation externe en code ASCII, un caractère est défini pour la fin du programme et un autre pour le début. Les caractères ASCII 1–47 sont admis.
"Fin de programme" est émis avec "interface de données standard" et "transmission bloc-à-bloc".
"Début de programme" n'est émis qu'en mode "transmission bloc-à-bloc".

Calcul de valeur MP 5010.0

Exemple: Fin de programme: ETX Code binaire 00000011
Début de programme: STX Code binaire 00000010

Bit 0 – 7	**7**	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
Valeur	128	64	32	16	8	4	2	1
Reporter 1 ou 0 selon le cas	0	0	0	0	0	0	1	1

Bit 8 – 15	**15**	**14**	**13**	**12**	**11**	**10**	**9**	**8**
Valeur	32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256
Reporter 1 ou 0 selon le cas	0	0	0	0	0	0	1	0

Calcul de la valeur à introduire: 1
2
+ 512
515

La valeur à introduire est pour MP 5010.0 de 515.

Transmission externe de données
Paramètres machine



MP 5020 permet de définir le format des données et le mode d'arrêt de la transmission des données. Le Bit 1 n'est initialisé que pour la "Transmission par bloc". Pour les interfaces de données standard, on introduit à cet effet 0.

MP 5020
Format de données

Fonction	Bit	Introduction	Valeur à introduire
7 ou 8 bits	0	+ 0 → 7 bits de données (CODE ASCII avec 8ème bit = parité) + 1 → 8 bits de données (CODE ASCII avec 8ème bit = 0 et 9ème bit = parité)	1
Caractère de contrôle (BCC)	1	+ 0 → caractère BCC quelconque + 2 → caractère BCC pas de caractère de contrôle	–
Arrêt de transmission par RTS	2	+ 0 → pas actif + 4 → actif	–
Arrêt de transmission par DC3	3	+ 0 → pas actif + 8 → actif	8
Parité paire ou impaire de caractère Parité de caractère souhaitée	4 5	+ 0 → paire + 16 → impaire + 0 → pas actif + 32 → actif	32
Nombre des bits de stop	7 | 6 0 | 0 0 | 1 1 | 0 1 | 1	 1 1/2 bits de stop 2 bits de stop bit 6: + 64 1 bit de stop bit 7: + 128 1 bit de stop	128
		Valeur à introduire pour MP 5020	169

Remarque à propos du bit 1

La valeur à introduire ne peut correspondre à 2:
Le BBC peut, pour la Transmission par bloc, accepter n'importe quel caractère – même un caractère de contrôle.

La valeur à introduire peut correspondre à 2:
Au cas où le calcul du BBC pour la "Transmission par bloc" donne un chiffre inférieur à 20 HEX[1] (caractère de contrôle), un caractère "Espace" (20 HEX) est en plus émis avant le ETB.
Ainsi, le BCC est toujours supérieur à 20 HEX et ne correspond donc pas à un caractère de contrôle.

[1] HEX = hexadécimal

Exemple d'un calcul de valeur

Format de données standard: 7 bits de donnée (Code ASCII avec 7 bits, parité paire), arrêt de transmission avec DC3, 1 bit de stop)

Bit 0 – 7	7	6	5	4	3	2	1	0
Valeur	128	64	32	16	8	4	2	1
Reporter 1 ou 0 selon le cas	1	0	1	0	1	0	0	0

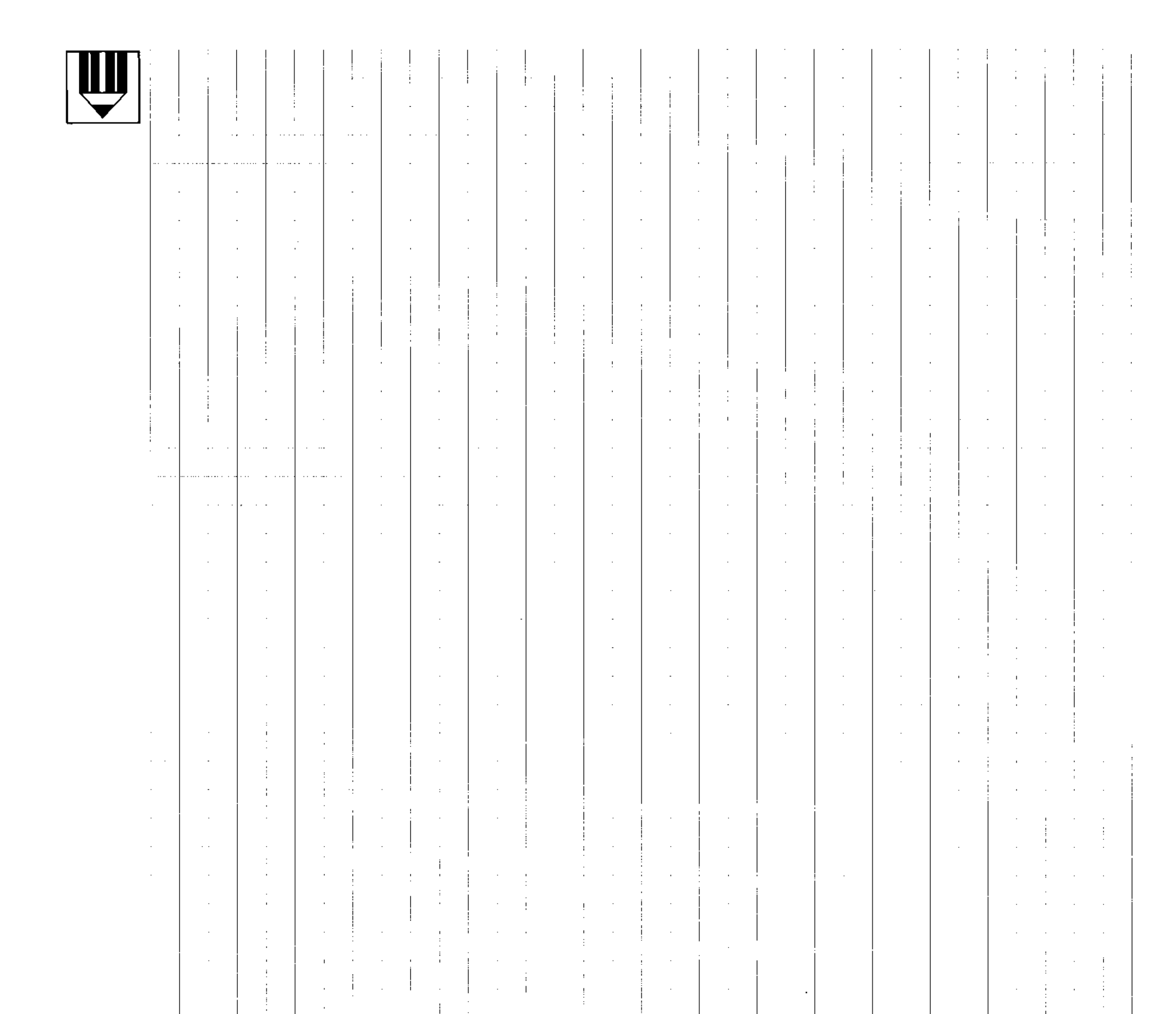
Après avoir additionné les valeurs, on obtient la valeur d'introduction pour le paramètre machine 5020. Dans notre exemple: 168.

MP 5030
Mode de fonctionnement de l'interface de données

Mode de fonctionnement de l'interface de données V.24
Ce paramètre définit le mode de travail de l'interface de données.

0 ≙ **"Interface de données standard"** (traditionnelle pour imprimantes, lecteurs et perforateurs ...)
1 ≙ **"Transmission par bloc"** (habituel pour liaison d'ordinateurs).

Notice





DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH
Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5
D-8225 Traunreut, Deutschland
☏ (08669) 31-0
FAX (08669) 5061
Tx 56831

■ Auslands-Vertretungen
■ *Agencies abroad*
■ Agences étrangères

Belgien *Belgium* Belgique
HEIDENHAIN BELGIEN
Bellekouter, 30
B-1790 Affligem
☏ (053) 672570
FAX (053) 670165

Brasilien *Brazil* Brésil
DIADUR Indústria e Comércio Ltda.
Rua Servia, 329 – Socorro, Santo Amaro
Post Box 12695
04763 São Paulo – SP, Brasil
☏ (011) 523-6777
FAX (011) 5231411

Dänemark *Denmark* Danemark
TP TEKNIK A/S
Kobbelvænget 74
DK-2700 Brønshøj
☏ 38890166
FAX 38890165

Finnland *Finland* Finlande
NC-POINT OY
Post Box 87
Sulantie 7 D
SF-04300 Hyrylä
☏ (0) 259400
FAX (0) 257998

Frankreich *France* France
HEIDENHAIN FRANCE sarl
2, Avenue de la Cristallerie
Post Box 62
F-92312 Sèvres
☏ (1) 45346121
FAX (1) 45072000

Griechenland *Greece* Grèce
D. PANAYOTIDIS – J. TSATSIS S.A.
6, Pireos St.
GR-183 46 Moschaton – Athens
☏ (01) 4810817
FAX (01) 4829673

Großbritannien und Irland
U.K. and Ireland
Angleterre et Irlande
HEIDENHAIN (G.B.) Limited
200 London Road, Burgess Hill
West Sussex RH15 9RD
☏ (0444) 247711
FAX (0444) 870024

Indien *India* Inde
ASHOK & LAL
12 Pulla Reddy Avenue
Post Box 5422
Madras – 600030
☏ (044) 617289
FAX (044) 618224

Israel
NEUMO VARGUS
34-36, Itzhak Sade St.
Post Box 20102
Tel-Aviv 67212
☏ (3) 5373275
FAX (3) 5372190

Italien *Italy* Italie
HEIDENHAIN ITALIANA srl
Viale Misurata 16
I-20146 Milano
☏ (02) 48300241 ... 45
FAX (02) 47710730

Japan *Japan* Japon
HEIDENHAIN K.K.
Sogo-Daiichi Bldg. 2 F
3-2, Kojimachi, Chiyoda-ku
Tokyo 102
☏ (03) 3234-7781
FAX (03) 3262-2539

Kanada *Canada*
HEIDENHAIN CORPORATION
Canadian Regional Office
1075 Meyerside Drive, Unit 5
Mississauga, Ontario L5T 1M3, Canada
☏ (416) 670-8900
FAX (416) 670-4426

Korea
SEO CHANG CORPORATION LTD.
Rm. 903, Jeail Bldg., 44–35
Yoido-Dong, Yongdeungpo-ku, Seoul
C.P.O. Box 9756 Seoul, Korea
☏ (02) 7808208
FAX (02) 7845408

Mexico
HEIDENHAIN MEXICO S.L.
Calle San Juan de los Lagos 202
Fracc. Jardines de la Concepción
CP 20120 Aguascalientes, Ags.
☏ FAX (491) 43738

Niederlande *Netherlands* Pays-Bas
HEIDENHAIN NEDERLAND B.V.
Landjuweel 20
Post Box 107
NL-3900 AC Veenendaal
☏ (08385) 40300
FAX (08385) 17287

Norwegen *Norway* Norvège
KASKO MASKIN A/S
Post Box 3083
Haakon VIIs. gt. 6
N-7003 Trondheim
☏ (07) 919100
FAX (07) 913377

Österreich *Austria* Autriche
Alois Zollner
Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5
D-8225 Traunreut
☏ (08669) 311337
FAX (08669) 5061

Portugal
FARRESA ELECTRONICA LTDA.
Rua Goncalo Cristovao 294 – 1º
P-4000 Porto
☏ (2) 318440
FAX (2) 318044

Schweden *Sweden* Suède
A. KARLSON INSTRUMENT AB
Post Box 111
S-14501 Norsborg
☏ (0753) 89350
FAX (0753) 84518

Schweiz *Switzerland* Suisse
HEIDENHAIN (SCHWEIZ) AG
Post Box
Vieristrasse 14
CH-8603 Schwerzenbach
☏ (01) 8250440
FAX (01) 8253346

Singapur *Singapore* Singapour
HEIDENHAIN PACIFIC PTE LTD
50, Lorong 21, Geylang
Singapore, 1438
☏ 7493238
FAX 7493922

Spanien *Spain* Espagne
FARRESA ELECTRONICA S. A.
c/Simon Bolivar, 27 – Dpto. 11
E-48013 Bilbao (Vizcaya)
☏ (94) 4413649
FAX (94) 4423540

Taiwan
MINTEKE SUPPLY CO. LTD.
1F, 256–3 Lung Chiang Road, Taipei, 10481
Republic of China
☏ (02) 5034375
FAX (02) 5050108

Tschechoslowakei
Czechoslovakia
Tchécoslovaquie
HEIDENHAIN
Technická Kancelář ČSFR
Šamcová 1
ČS-11000 Praha 1
☏ (02) 2310509
FAX (02) 2310551

Türkei *Turkey* Turquie
ORSEL LTD.
Kuşdili Cad. No. 43
Toraman Han. Kat 3
TR-81310 Kadiköy/Istanbul
☏ (1) 3478395
FAX (1) 3478393

Ungarn *Hungary* Hongrie
HEIDENHAIN
Magyarországi Kereskedelmi Képviselet
Műszaki Iroda
Dunyov István utca 16.
H-1134 Budapest
☏ (1) 1202213
FAX (1) 1202213

USA
HEIDENHAIN CORPORATION
115 Commerce Drive
Schaumburg, IL 60173
☏ (708) 490-1191
FAX (708) 490-3931

253 588 30 · 10 · 10/91 · H · Imprimé en Allemagne · Sous réserve de modifications

Fonctions auxiliaires M

Fonctions auxiliaires avec action déterminée.

M	Fonction	active en début de séquence	active en fin de séquence	voir page
M00	arrêt du déroulement du programme/arrêt broche/ arrêt arrosage		●	
M02	arrêt du déroulement du programme/arrêt broche/ arrêt arrosage/le cas échéant, effacement de l'affichage d'état/saut en arrière à la séquence 1		●	P67
M03	Marche broche dans le sens horaire	●		
M04	Marche broche dans le sens antihoraire	●		
M05	Arrêt broche		●	
M06	Changement d'outil/le cas échéant, arrêt du déroulement du programme/arrêt broche		●	P21
M08	Marche arrosage	●		
M09	Arrêt arrosage		●	
M13	Marche broche dans le sens horaire/marche arrosage	●		
M14	Marche broche dans le sens anti-horaire/marche arrosage	●		
M30	identique à M02		●	P67
M89	fonction auxiliaire au choix	●		
	ou			
M89	appel de cycle, effet modal (en fonction des paramètres machine)		●	P73
M90	vitesse de contournage constante dans les angles intérieurs et les angles non corrigés	●		P57
M91	**dans une séquence de positionnement:** les coordonnées se réfèrent au point de référence règle	●		P62
M92	**dans une séquence de positionnement:** les coordonnées se réfèrent à une position définie par le constructeur de la machine (le point zéro), par exemple position changement d'outil	●		P62
M93	HEIDENHAIN se réserve l'affectation de cette fonction M	●		
M94	Réduction de l'affichage de position dans l'axe de la table circulaire à une valeur inférieure à 360°	●		P35
M95	HEIDENHAIN se réserve l'affectation de cette fonction M		●	
M96	HEIDENHAIN se réserve l'affectation de cette fonction M		●	
M97	Correction de la trajectoire de contournage dans les angles extérieurs: point d'intersection au lieu d'un cercle de transition		●	P58
M98	Fin de la correction de contournage active pas à pas		●	P59
M99	Appel de cycle actif pas à pas		●	P73

Schéma de programme de fraisage

Touche d'ouverture de dialogue	Fonction	Valeurs à titre d'exemple
PGM NAME	Nom de programme, mm/inch	BEGIN PGM 729 MM
BLK FORM	Définition de la pièce brute: axe de broche point minimum point maximum	Z X+0 Y+0 Z–40 X+100 Y+100 Z+0
TOOL DEF	Définition d'outil numéro d'outil longueur d'outil rayon d'outil	 TOOL DEF 1 L+0 R 7,5
TOOL CALL	appel d'outil numéro d'outil axe de broche (par ex. Z), vitesse de rotation (S)	 TOOL CALL 1 Z S 100
L	changement d'outil déplacer l'axe d'outil, corriger la longueur, rayon non corrigé, avance rapide, changer d'outil	 L Z+200 R0 FMAX M06
L	position initiale: déplacer l'outil près de la pièce de la broche pas de correction de rayon, avance rapide, rotation vers la droite	L X–20 Y–20 R0 FMAX M03
L	déplacer l'axe d'outil au niveau de l'usinage	L Z–20
L	**usinage de la pièce, aborder le 1er point de contour en tenant compte de la correction de rayon d'outil, avance d'usinage** : **USINAGE** :	L X+0 Y+0 RL F200
L	**dernier point de contour (avec correction d'outil)**	L X+0 Y+0 RL
L	après usinage déplacer l'outil dans le plan d'usinage annuler la correction de rayon, arrêt broche	 L X–20 Y–20 R0 F500 M05
L	déplacer l'axe de broche retour à la première séquence	L Z+200 M02

Produits-HEIDENHAIN



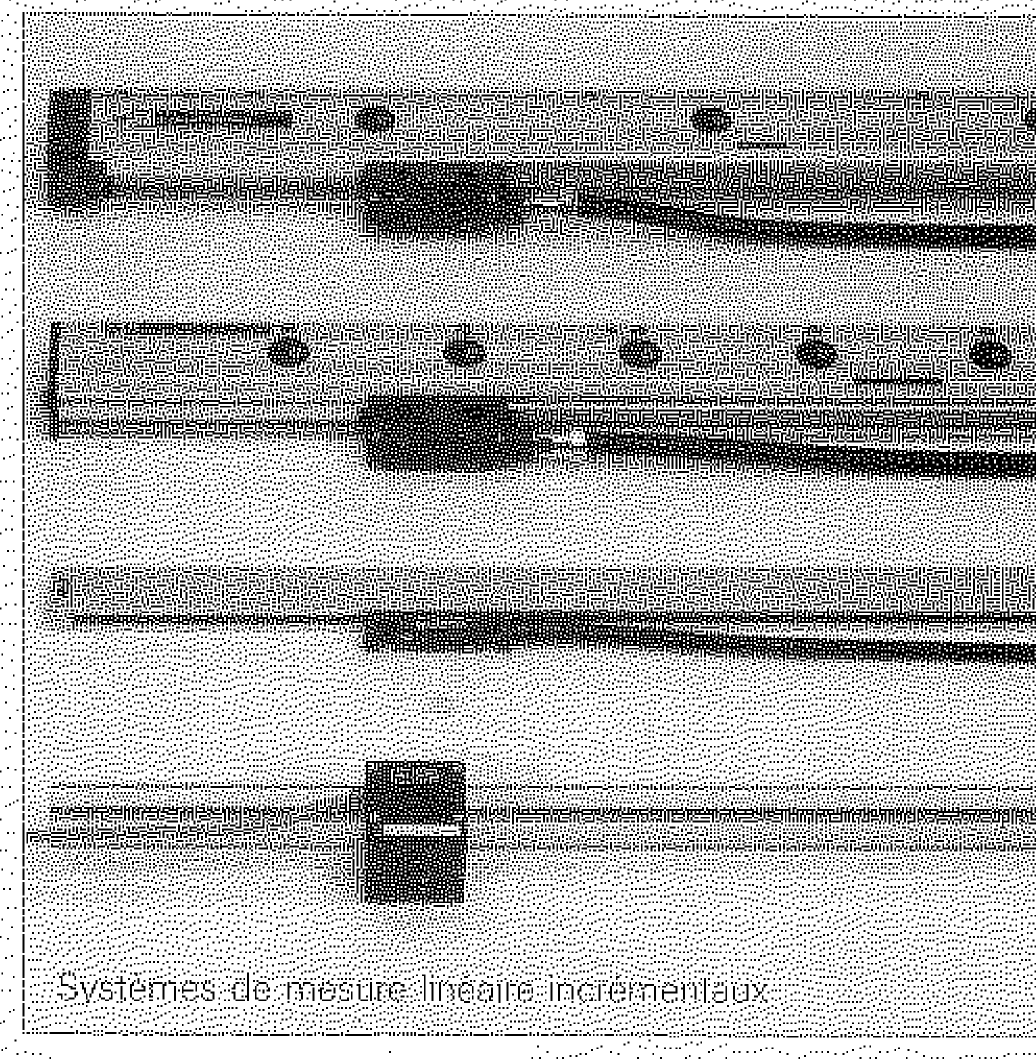
Divisions de précision et réticules



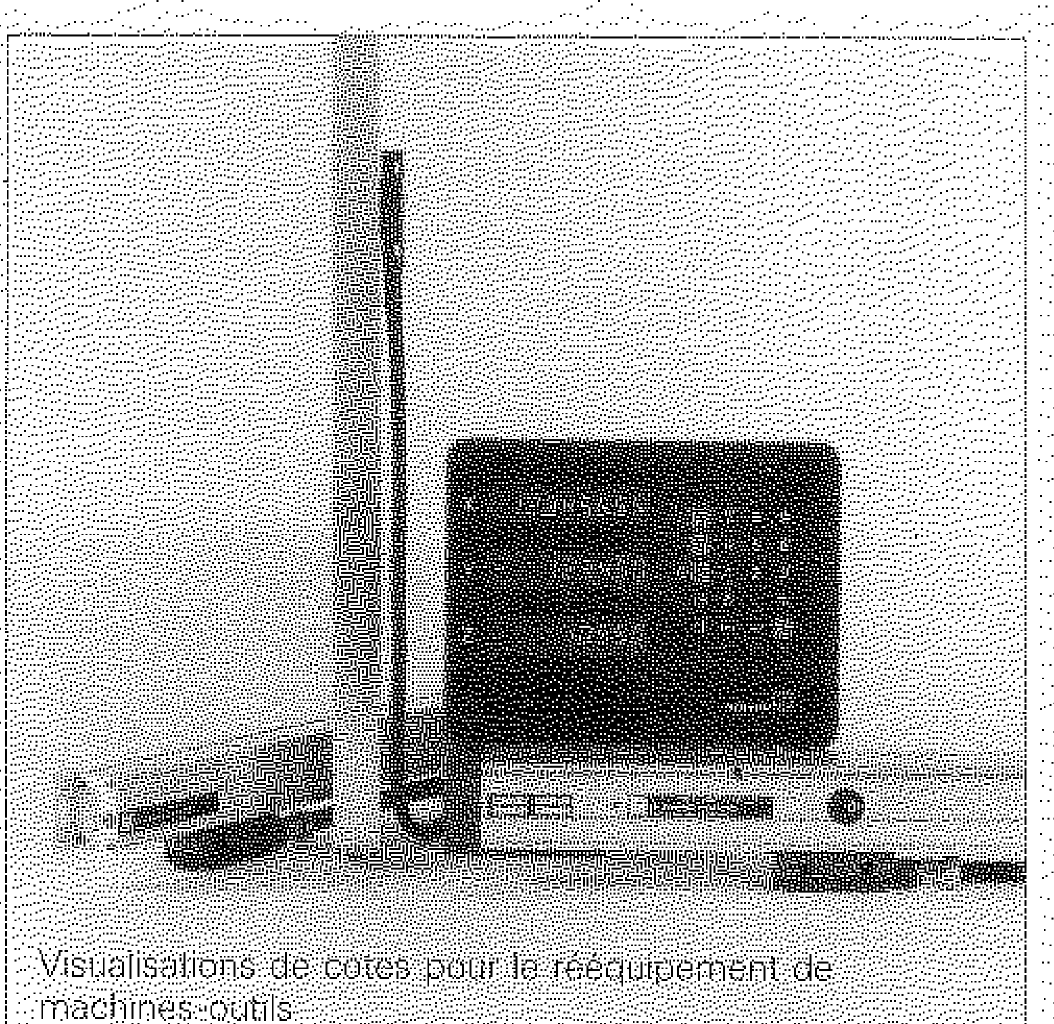
Palpeurs de mesure incrémentaux et visualisations de valeurs mesurées digitales



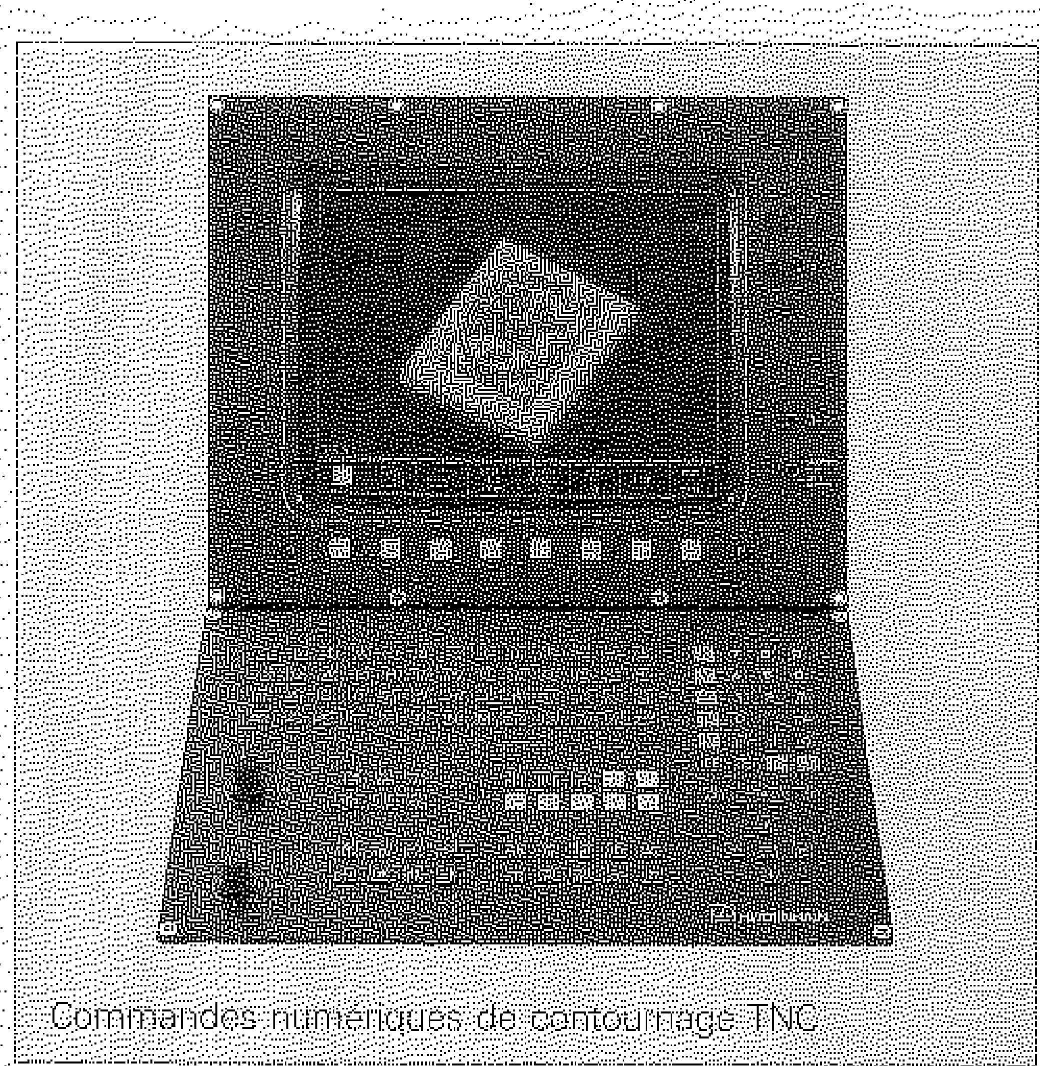
Capteurs rotatifs et systèmes de mesure angulaire incrémentaux, Capteurs rotatifs absolus



Systèmes de mesure linéaire incrémentaux



Visualisations de cotes pour le rééquipement de machines-outils



Commandes numériques de contournage TNC